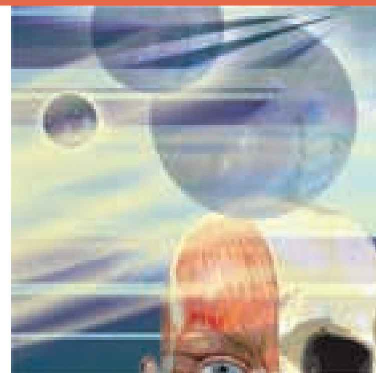
MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII



Biologie

Manual pentru clasa a XI-a

Dan Cristescu
Carmen Sălăvăstru
Bogdan Voiculescu
Cezar Th. Niculescu
Radu Cârmaciu

CORINT EDUCAȚIONAL

CUPRINS

I. ALCĂTUIREA CORPULUI UMAN

Topografia organelor și sistemelor de organe

În corpul omenesc, celulele și țesuturile alcătuiesc *organe* și *sisteme de organe*.

Organele sunt formate din grupări de celule și țesuturi care s-au diferențiat în vederea îndeplinirii anumitor funcții în organism. Organele nu funcționează izolat în organism, ci în strânsă corelație unele cu altele. Pentru organele interne, se folosește curent termenul de *viscere*.

Sistemele de organe sunt unități morfologice care îndeplinesc principalele funcții ale organismului: de relație, de nutriție și de reproducere.

Segmentele corpului uman

Corpul uman este alcătuit din: cap, gât, trunchi și membre. Capul, împreună cu gâtul, formează extremitatea cefalică a corpului.

Capul este alcătuit din partea craniană, care corespunde neurocraniului (cutia craniană), și partea facială, care corespunde viscerocraniului (fața).

Gâtul este segmentul care leagă capul de trunchi și prezintă elemente somatice (mușchi, oase, articulații) și viscere (laringe, trahee, esofag, tiroidă, paratiroide etc).

Trunchiul (fig. 1, 2) este format din torace, abdomen și pelvis. În interiorul lor se găsesc cavitățile: toracică, abdominală și pelviană, care adăpostesc viscerele. Cavitatea toracică este separată de cavitatea abdominală printr-un mușchi numit diafragmă. Cavitatea abdominală se continuă cu cea pelviană, care este limitată inferior de diafragma perineală.

Membrele. Cele superioare se leagă de trunchi prin centura scapulară; porțiunea lor liberă are trei segmente: braț, antebraț și mână; cele inferioare se leagă de trunchi prin centura pelviană, și porțiunea lor liberă prezintă, de asemenea, trei segmente: coapsă, gambă și picior.

Planuri și raporturi anatomice

Pentru precizarea poziției segmentelor care alcătuiesc corpul omenesc se folosesc, ca elemente de orientare, axe și planuri (fig. 3).

Corpul omenesc este alcătuit după principiul simetriei bilaterale, fiind un corp tridimensional, cu trei axe și trei planuri.

Axele corespund dimensiunilor spațiului și se întretaie în unghi drept.

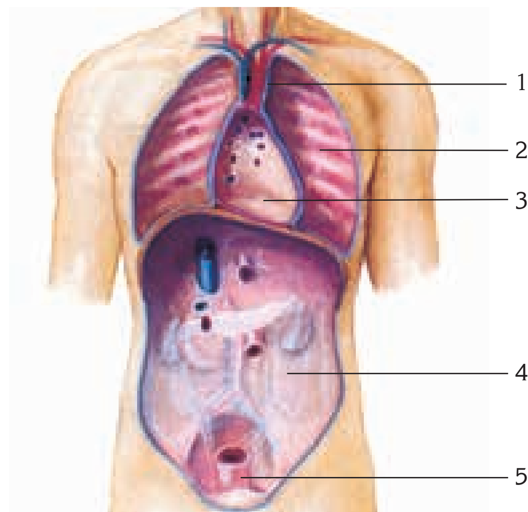


Fig. 1. Vedere anterioară a cavităților trunchiului: cavitatea toracică (1. mediastin; 2. cavitate pleurală; 3. cavitate pericardială); cavitatea abdominală (4); cavitatea pelviană (5).

Axul longitudinal, axul lungimii corpului, este vertical la om și are doi poli: superior (cranial) și inferior (caudal). El pleacă din creștetul capului și merge până la nivelul spațiului delimitat de suprafața tălpilor.

Axul sagital sau anteroposterior este axul grosimii corpului. Are un pol anterior și altul posterior.

Axul transversal corespunde lățimii corpului. Este orizontal și are un pol stâng și altul drept.

Planurile. Prin câte două din axele amintite trece câte un plan al corpului.

Planul sagital trece prin axul longitudinal și sagital. Planul care trece prin mijlocul corpului (median), împărțindu-l în două jumătăți simetrice, se numește

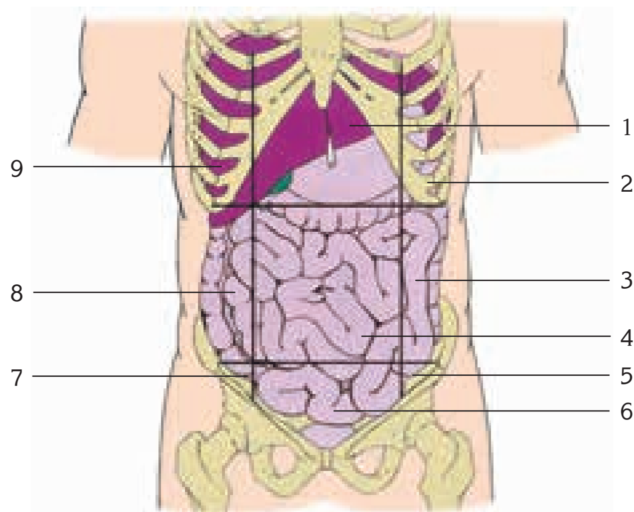


Fig. 2. Subdiviziunile cavității abdominale: 1. epigastru; 2. hipocondru stâng; 3. abdomen lateral stâng; 4. periombilical; 5. inghinal stâng; 6. hipogastru; 7. inghinal drept; 8. abdomen lateral drept; 9. hipocondru drept.

plan medio-sagital. Planul medio-sagital este planul simetriei bilaterale.

Planul frontal merge paralel cu fruntea și trece prin axul longitudinal și cel transversal. El împarte corpul într-o parte anterioară (ventrală) și alta posterioară (dorsală).

Planul transversal sau orizontal trece prin axul sagital și transversal. El împarte corpul într-o parte superioară (cranială) și alta inferioară (caudală). Planul transversal este numit planul metameriei corpului. Aceste axe și planuri se folosesc și pentru precizarea poziției elementelor componente la nivelul fiecărui organ.

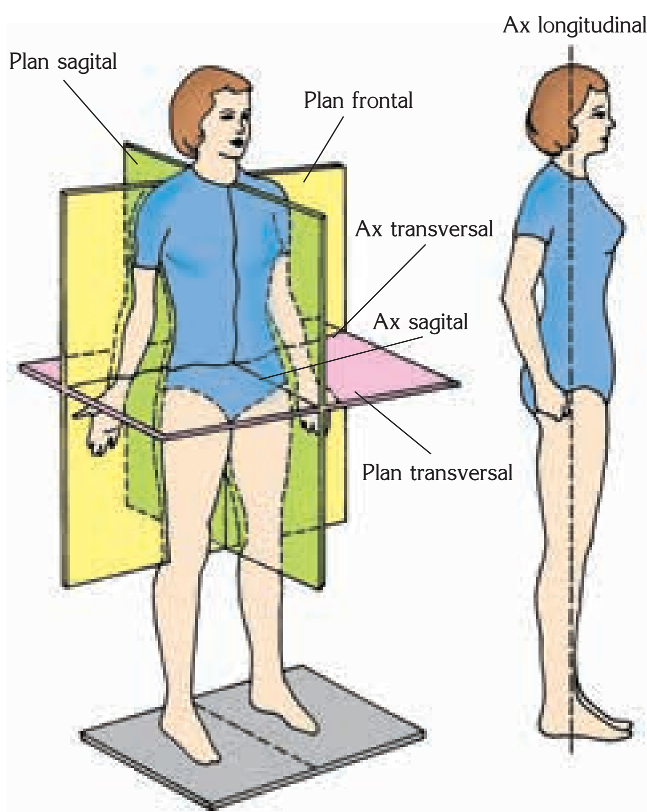


Fig. 3. Planuri și axe ale corpului.

Nomenclatura anatomică

Odată cu axele și planurile corpului ați făcut cunoștință cu unii termeni: cranial, caudal, ventral, dorsal, medial, lateral, sagital, frontal, transversal.

Când se vorbește de membrele corpului, se folosesc termenii *proximal*, pentru formațiunile mai apropiate de centuri, și *distal*, pentru cele mai îndepărtate.

La mână, se folosește termenul *volar* sau *palmar,* pentru formațiunile palmei, iar la picior, termenii *plantar,* pentru formațiunile din talpa piciorului și *dorsal,* pentru formațiunile superioare ale labei piciorului. *Superficial* și *profund* sunt termeni care arată gradul de apropiere față de suprafața corpului.

CUVINTE CHEIE

organe, sisteme, viscere, sagital, longitudinal, transversal, proximal, distal, palmar, plantar, volar

Niveluri de organizare

Celule, țesuturi, organe, sisteme de organe, organism

Există diferite niveluri de organizare a corpului uman, fiecare contribuind în final la cel morfo-funcțional al întregului organism (fig. 4).

Celula

Celula este unitatea de bază morfofuncțională și genetică a organizării materiei vii. Poate exista singură sau în grup, constituind diferite țesuturi.

Forma celulelor este legată de funcția lor. Inițial, toate au formă globuloasă, dar ulterior pot deveni fusiforme, stelate, cubice, cilindrice etc.; unele, cum sunt celulele sangvine, ovulul, celulele adipoase sau cartilaginoase, își păstrează forma globuloasă.

Dimensiunile celulelor variază în funcție de specializarea lor, de starea fiziologică a organismului, de condițiile mediului extern, vârstă etc. Exemple: hematia — 7,5 μ, ovulul — 150-200 μ, fibra musculară striată — 5-15 cm; media se consideră 20-30 μ.

Structura celulei

În alcătuirea celulei distingem trei părți componente principale: 1. membrana celulară; 2. citoplasma; 3. nucleul.

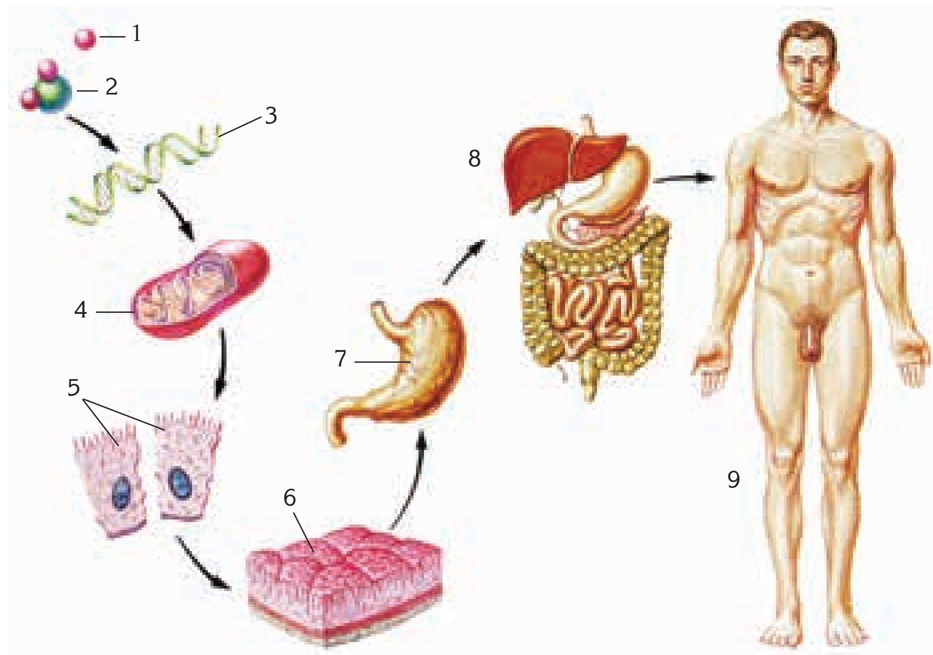


Fig. 4. Niveluri de organizare a corpului uman: 1. atom; 2. moleculă; 3. macromoleculă; 4. organit; 5. celulă; 6. țesut; 7. organ; 8. sistem de organe; 9. organism.

1. Membrana celulară (membrana plasmatică, plasmalema) înconjoară celula, îi conferă forma și separă structurile interne ale celulei de mediul extracelular. Este alcătuită, în principal, din fosfolipide și proteine. Fosfolipidele sunt astfel dispuse, încât porțiunea lor hidrofilă formează un bistrat, în interiorul căruia se află cuprinsă porțiunea lor hidrofobă. Acest miez hidrofob restricționează pasajul transmembranar al moleculelor hidrosolubile și al ionilor. Componenta proteică este cea care realizează funcțiile specializate ale membranei și mecanismele de transport transmembranar. Proteinele se pot afla pe fața externă sau internă a membranei, precum și transmembranar. Deoarece proteinele nu sunt uniform distribuite în cadrul structurii lipidice, acest model structural a fost denumit *modelul mozaic fluid* (fig. 5). Membrana conține și glucide (glicoproteine și glicolipide), atașate pe fața ei externă. Acestea sunt puternic încărcate negativ.

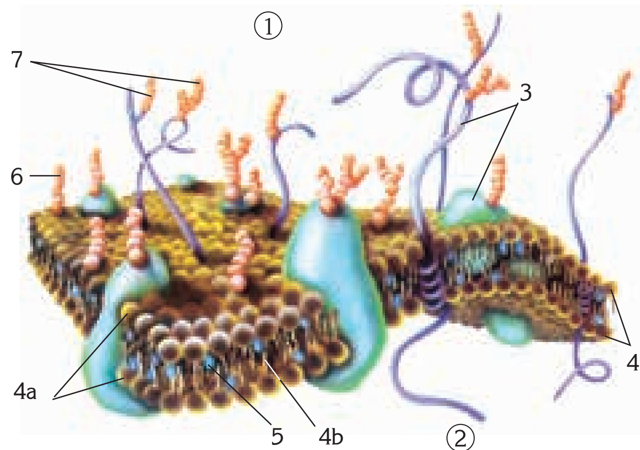


Fig. 5. Modelul mozaic fluid al membranei celulare: 1. spațiu extracelular; 2. spațiu intracelular; 3. proteine; 4. fosfolipid (a. straturi hidrofile, b. strat hidrofob); 5. colesterol; 6. glicolipid; 7. glucid.

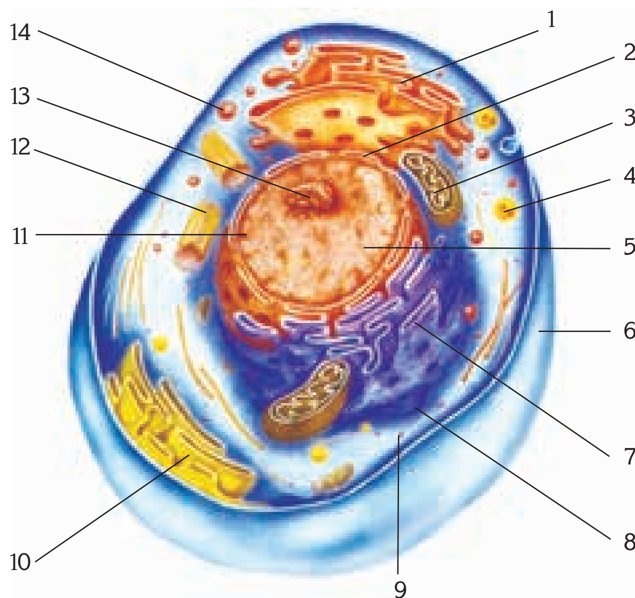


Fig. 6. Organizarea generală a celulei: 1. aparat Golgi; 2. membrană nucleară; 3. mitocondrie; 4. lizozom; 5. cromatină; 6. membrană celulară; 7. reticul endoplasmatic rugos; 8. citoplasmă; 9. ribozom; 10. reticul endoplasmatic neted; 11. nucleu; 12. centriol; 13. nucleol; 14. granulă de secreție.

La unele celule, citoplasma prezintă diferite prelungiri acoperite de plasmalemă. Unele pot fi temporare și neordonate, de tipul pseudopodelor (leucocitele), altele permanente: microvili (epiteliul mucoasei intestinului, epiteliul tubilor renali), cili (epiteliul mucoasei traheei) sau desmozomi, corpusculi de legătură care solidarizează celulele epiteliale.

2. Citoplasma are o structură complexă, la nivelul ei desfășurându-se principalele funcții vitale. Este un sistem coloidal, în care mediul de dispersie este apa, iar faza dispersată este ansamblul de micelii coloidale ce se găsesc în mișcare browniană. Funcțional, citoplasma are o parte nestructurată, hialoplasma, și o parte structurată, organitele celulare (fig. 6). Acestea sunt de două tipuri: comune tuturor celulelor, și specifice, prezente numai în anumite celule, unde îndeplinesc funcții speciale.

a. Organite comune

Organite	Structură	Funcții
1. Reticulul endoplasmatic (RE) RE neted RE rugos (ergastoplasma)	Sistem canalicular, care leagă plasmalema de stratul extern al membranei nucleare Rețea de citomembrane cu aspect diferit, în funcție de activitatea celulară Formă diferențiată a RE. Pe suprafața externă a peretelui membranos prezintă ribozomi	Sistem circulator intracitoplasmatic Rol important în metabolismul glicogenului Rol în sinteza de proteine
2. Ribozomii (corpusculii lui Palade)	Organite bogate în ribonucleoproteine, de forma unor granule ovale sau rotunde (150-250 Å). Există ribozomi liberi în matricea citoplasmatică și asociați RE neted, care formează ergastoplasma (RE rugos)	Sediul sintezei proteice
3. Aparatul Golgi (dictiozomi)	Sistem membranar format din micro- și macrovezicule și din cisterne alungite, situat în apropierea nucleului, în zona cea mai activă a citoplasmei	Excreția unor substanțe celulare
4. Mitocondriile	Formă ovală, rotundă, cu un perete de structură trilaminară (lipoproteică). Prezintă un înveliș extern (membrana externă), urmat de un interspațiu, și, spre interior, o membrană internă, plicaturată, formând creste mitocondriale. În interior se găsește matricea mitocondrială, în care se află sistemele enzimatice care realizează fosforilarea oxidativă (sinteza ATP)	Sediul fosforilării oxidative, cu eliberare de energie
5. Lizozomii	Corpusculi sferici răspândiți în întreaga hialoplasmă. Conțin enzime hidrolitice, cu rol important în celulele fagocitare (leucocite, macrofage)	Digerarea substanțelor și particulelor care pătrund în celulă, precum și a fragmentelor de celule sau țesuturi
6. Centrozomul	Situat în apropierea nucleului, se manifestă în timpul diviziunii celulare. Este format din doi centrioli cilindrici, orientați perpendicular unul pe celălalt și înconjurați de o zonă de citoplasmă vâscoasă (centrosferă)	Rol în diviziunea celulară (lipsește în neuroni)

b. Organite specifice

Miofibrilele sunt elemente contractile din sarcoplasma fibrelor musculare.

Neurofibrilele constituie o rețea care se întinde în citoplasma neuronului, în axoplasmă și în dendrite.

Corpii Nissl (corpii tigroizi) sunt echivalenți ai ergastoplasmei pentru celula nervoasă.

În afara organitelor comune și specifice, în citoplasmă se mai găsesc și incluziunile citoplasmatice, care au caracter temporar și sunt reprezentate prin granule de substanță de rezervă, produși de secreție și pigmenți.

3. Nucleul este o parte constitutivă principală, cu rolul de a coordona procesele biologice celulare fundamentale (conține materialul genetic, controlează metabolismul celular, transmite informația genetică). Poziția lui în celulă poate fi centrală sau excentrică (celule adipoase, mucoase). Are, de obicei, forma celulei.

Numărul nucleilor. Majoritatea celulelor sunt mononucleate, dar pot exista și excepții: celule binucleate (hepatocitele), polinucleate (fibra musculară striată), anucleate (hematia adultă).

Dimensiunile nucleului pot fi între 3 și 20 μ, corespunzător ciclului funcțional al celulei, fiind în raport de 1/3-1/4 cu citoplasma.

Structura nucleului cuprinde membrana nucleară, carioplasma și unul sau mai mulți nucleoli.

Membrana nucleară, poroasă, este dublă, cu structură trilaminată, constituită din două foițe, una externă, spre matricea citoplasmatică, ce prezintă ribozomi și se continuă cu citomembranele reticulului endoplasmic, alta internă, aderentă miezului nuclear. Între cele două membrane există un spațiu numit spațiu perinuclear. Sub membrană se află *carioplasma*, o soluție coloidală cu aspect omogen. La nivelul ei, există o rețea de filamente subțiri, formate din granulații fine de cromatină, din care, la începutul diviziunii celulare, se formează cromozomii, alcătuiți din ADN, ARN cromozomal, proteine histonice și nonhistonice, cantități mici de lipide și ioni de Ca și Mg.

CUVINTE CHEIE

membrană celulară, citoplasmă, nucleu, ovul, spermie, ribozomi, reticul endoplasmatic, mitocondrii, lizozomi, centrozom, nucleoli, aparat Golgi

Proprietățile celulei

Celulele au o serie de proprietăți generale și speciale, care le asigură îndeplinirea rolului specific în ansamblul organismului. Dintre aceste proprietăți, sinteza proteică, reproducerea celulară și metabolismul celular au fost deja studiate. Proprietăți importante ale celulei sunt însă atât transportul transmembranar, cât și potențialul de membrană.

Transportul transmembranar

Membrana celulară prezintă permeabilitate selectivă pentru anumite molecule și majoritatea ionilor. Aceasta permite un schimb bidirecțional de substanțe nutritive și produși ai catabolismului celular, precum și un transfer ionic, care determină apariția curenților electrici.

Mecanismele implicate în transportul transmembranar pot fi grupate în două categorii principale: mecanisme care nu necesită prezența unor proteine membranare transportoare (cărăuși) și mecanisme care necesită prezența unor astfel de proteine. Din prima categorie fac parte difuziunea și osmoza, iar din a doua, difuziunea facilitată și transportul activ.

Un alt mod de a clasifica transportul transmembranar ține cont de consumul energetic necesar pentru realizarea lui. Astfel, există *transport pasiv*, care nu necesită energie pentru a se desfășura și cuprinde difuziunea, osmoza și difuziunea facilitată, și *transport activ*, care necesită cheltuială energetică (ATP).

〈 **Mecanisme care nu utilizează proteine transportoare**

Difuziunea (fig. 7). Moleculele unui gaz, ca și moleculele și ionii aflați într-o soluție, se găsesc într-o mișcare dezordonată permanentă, rezultat al energiei lor. Această mișcare, numită difuziune, determină răspândirea uniformă a moleculelor într-un volum dat de gaz sau soluție. De aceea, ori de câte ori există o diferență de concentrație (gradient de concentrație) între două compartimente ale unei soluții, mișcarea moleculară tinde să elimine această diferență și să distribuie moleculele uniform.

Datorită structurii sale, membrana celulară nu reprezintă o barieră în difuziunea moleculelor nepolarizate (liposolubile), de exemplu O_2 sau hormonii

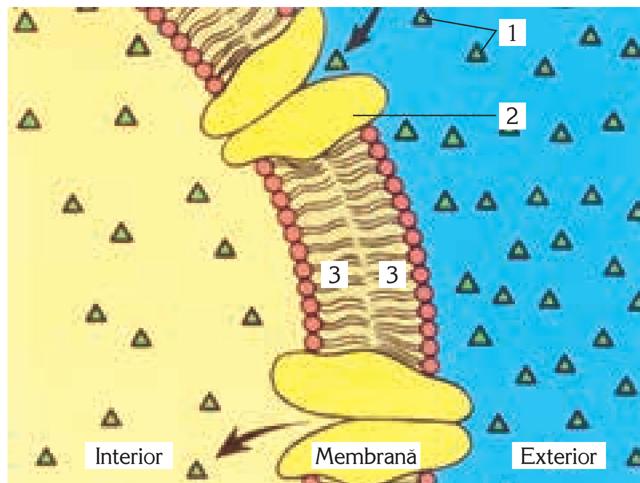


Fig. 7. Difuziunea: 1. ioni; 2. proteină integrată; 3. straturi fosfolipidice.

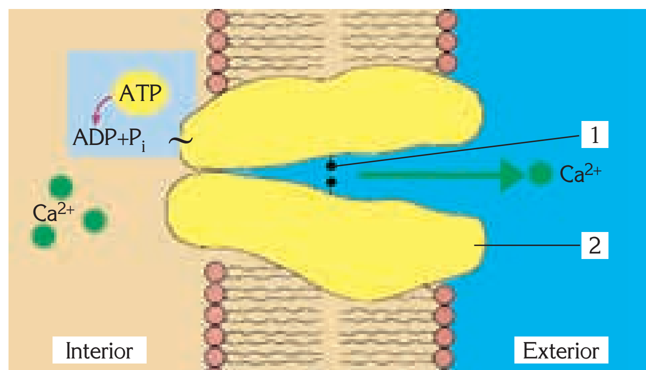


Fig. 8. Transportul activ: 1. loc de conexiune; 2. proteină transportoare.

steroizi. Moleculele organice, care prezintă legături covalente polare, dar nu sunt încărcate electric, de exemplu CO_2, etanolul sau ureea, pot, de asemenea, difuza prin membrana celulară. Moleculele polarizate mai mari, de exemplu glucoza, nu pot traversa membrana celulară prin difuziune și, de aceea, au nevoie de proteine transportoare.

De asemenea, membrana nu permite pasajul ionic liber; acesta va avea loc doar la nivelul canalelor ionice cu structură proteică, formațiuni membranare cu dimensiuni atât de mici, încât nu pot fi vizualizate nici chiar cu ajutorul microscopului electronic.

Osmoza este difuziunea apei (solventului) dintr-o soluție. Pentru ca ea să se producă, membrana care separă cele două compartimente trebuie să fie semipermeabilă (să fie mai permeabilă pentru moleculele de solvent decât pentru cele de solvit). Apa va trece din compartimentul în care concentrația ei este mai mare (soluție mai diluată) în cel cu concentrație mai mică (soluție mai concentrată).

Forța care trebuie aplicată pentru a preveni osmoza se numește presiune osmotică. Ea este proporțională cu numărul de particule dizolvate în soluție.

〈 **Mecanisme care utilizează proteine transportoare**

Moleculele organice polarizate și cu greutate moleculară mare traversează membrana celulară cu ajutorul proteinelor transportoare membranare. Acest tip de transport este specific, saturabil (va exista un transport maxim pentru o anumită substanță) și pentru aceeași proteină transportoare poate apărea competiția între moleculele de transportat.

Difuziunea facilitată. În acest caz, moleculele se deplasează conform gradientului de concentrație și nu este necesară energie pentru transport.

Transportul activ (fig. 8) asigură deplasarea moleculelor și a ionilor împotriva gradientelor lor de concentrație și se desfășoară cu consum de energie furnizată de ATP. Este de mai multe tipuri:

- primar: pentru funcționarea proteinei transportoare este necesară hidroliza directă a ATP-ului. În acest caz, proteinele transportoare se numesc pompe;
- secundar (cotransport): energia necesară pentru transferul unei molecule sau ion împotriva gradientului său de concentrație este obținută prin transferul altei energii conform gradientului ei de concentrație. De exemplu, pompa de Na^+/K^+.

O categorie specială de transport este cel vezicular. Acesta poate fi: endocitoză, în care materialul extracelular este captat în vezicule formate prin invaginarea membranei celulare și transferat intracelular, sau exocitoză, în care material intracelular este captat în vezicule care vor fuziona cu membrana celulară, iar conținutul lor va fi eliminat în exteriorul celulei. Forme particulare de endocitoză sunt fagocitoza și pinocitoza.

Potențialul de membrană

Permeabilitatea selectivă a membranei, prezența intracelulară a moleculelor nedifuzibile încărcate negativ și activitatea pompei Na^+/K^+ creează o distribuție inegală a sarcinilor de o parte și de alta a membranei celulare. Această diferență de potențial este denumită potențial de membrană.

〈 **Potențialul membranar de repaus** are o valoare medie de -65 mV până la -85 mV (valoare apropiată de cea a potențialului de echilibru pentru K^+) și depinde de permeabilitatea membranei pentru diferitele tipuri de ioni. Termenul de repaus este introdus pentru a desemna un potențial de membrană atunci când la nivelul acesteia nu se produc impulsuri electrice. Valoarea acestui potențial se datorează activității pompei Na^+/K^+, care reintroduce în celulă K^+ difuzat la exterior și expulzează Na^+ pătruns în celulă, într-un raport de 2 K^+ la 3 Na^+. În acest mod, o celulă își menține relativ constantă concentrația intracelulară a ionilor de Na^+ și K^+ și un potențial membranar constant, în absența unui stimul.

〈 **Potențialul de acțiune** este modificarea temporară a potențialului de membrană (fig. 9). Celulele stimulate electric generează potențiale de acțiune prin modificarea potențialului de membrană. Mecanismele de producere, aspectul și durata potențialului de acțiune sunt diferite în funcție de tipul de celulă, dar principiul de bază este același: modificarea potențialului de membrană se datorează unor curenți electrici care apar la trecerea ionilor prin canalele membranare specifice, ce se închid sau se deschid în funcție de valoarea potențialului de membrană. Pentru a enumera fazele potențialului de acțiune, se poate lua ca exemplu neuronul.

— *Pragul:* celulele excitabile se depolarizează rapid, dacă valoarea potențialului de membrană este redusă la un nivel critic, numit *potențial prag*. Odată acest prag atins, depolarizarea este spontană.

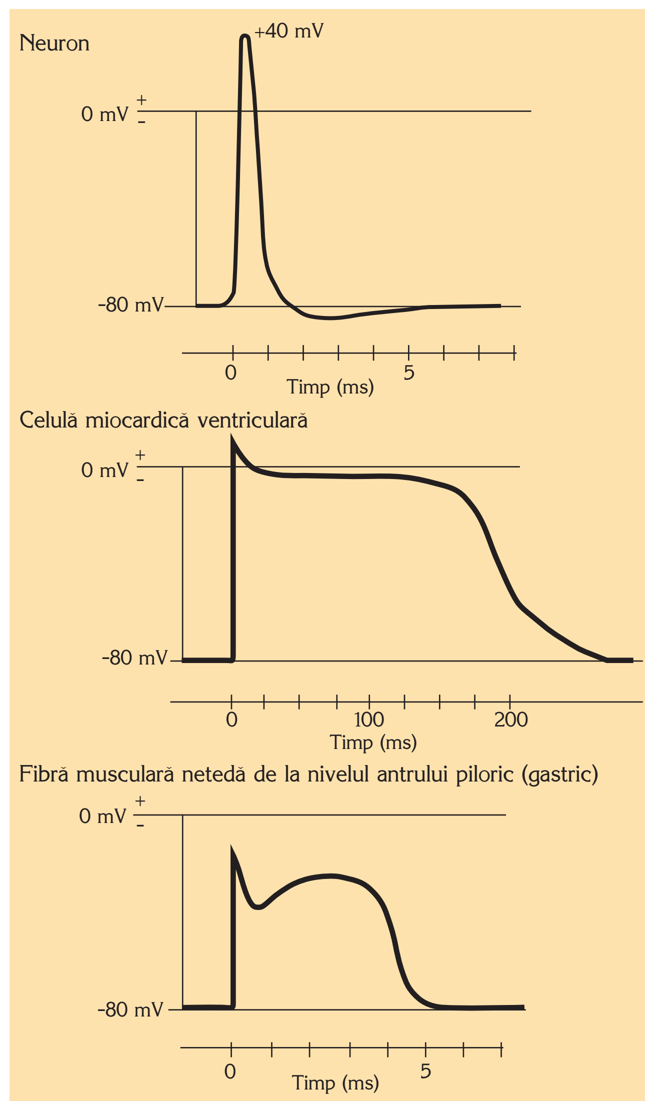


Fig. 9. Potențialul de acțiune.

Potențialul de acțiune este un răspuns de tip „tot sau nimic“: stimulii cu o intensitate inferioară pragului, subliminari, nu provoacă depolarizarea și declanșarea unui impuls, iar stimulii supraliminari nu determină o reacție mai amplă decât stimulul prag.

– *Panta ascendentă*: depolarizarea apare după atingerea potențialului prag și se datorează creșterii permeabilității membranei pentru Na^+; acesta va intra în celulă prin canale speciale pentru acest ion, care sunt voltaj-dependente și care se deschid atunci când potențialul de membrană atinge valoarea prag.

– *Panta descendentă* (repolarizarea): potențialul revine către valoarea de repaus. Acest fapt se datorează ieșirii K^+ din celulă prin canale speciale pentru acest ion, care se deschid, de asemenea, în prezența stimulului (fig. 10).

Perioada refractară reprezintă intervalul de timp pe parcursul căruia este dificil de obținut un potențial de acțiune. Există două perioade refractare:

- perioada refractară absolută, pe parcursul căreia, indiferent de intensitatea stimulului, nu se poate obține un nou potențial de acțiune. Cuprinde panta ascendentă a potențialului de acțiune și o porțiune din cea descendentă și se datorează inactivării canalelor pentru Na^+;
- perioada refractară relativă, pe parcursul căreia se poate iniția un al doilea potențial de acțiune, dacă stimulul este suficient de puternic. Potențialul de acțiune obținut astfel are o viteză de apariție a pantei ascendente mai mică și o amplitudine mai redusă decât în mod normal.

Potențialul de acțiune, odată generat în orice punct al unei membrane excitabile, va stimula, la rândul lui, zonele adiacente ale acesteia, propagându-se în ambele sensuri, până la completa depolarizare a membranei. Transmiterea depolarizării în lungul unei fibre nervoase sau musculare poartă denumirea de impuls (nervos sau muscular).

Proprietățile speciale ale celulelor sunt **contractilitatea** (proprietatea celulelor musculare de a transforma energia chimică a unor compuși în energie mecanică) și **activitatea secretorie.** Fiecare celulă sintetizează substanțele proteice și lipidice proprii, necesare pentru refacerea structurilor, pentru creștere și înmulțire. Unele celule s-au specializat în producerea de substanțe pe care le „exportă“ în mediul intern (secreție endocrină) sau extern (secreție exocrină).

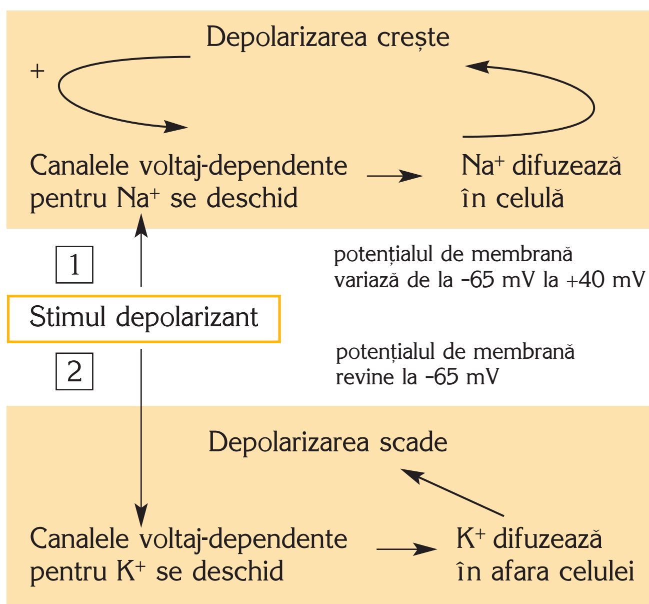


Fig. 10. Difuziunea ionilor de sodiu și de potasiu.

CUVINTE CHEIE

difuziune, osmoză, transport activ, transport pasiv, potențial de membrană, perioade refractare, contractilitate, activitate secretorie

Țesuturile

Țesuturile sunt sisteme organizate de materie vie formate din celule similare, care îndeplinesc în organisme aceeași funcție sau același grup de funcții. Celulele sunt unite între ele printr-o substanță intercelulară, care, atunci când este în cantitate mică, se numește „substanță de ciment“, iar, în cantitate mare, „substanță fundamentală“.

Clasificarea țesuturilor

I. EPITELIAL	
1. De acoperire	
● simplu (unistratificat)	- pavimentos: tunica internă a vaselor sangvine și limfatice - cubic: mucoasa bronhiolelor - cilindric ciliat și neciliat: mucoasa tubului digestiv
● pseudostratificat	- cilindric ciliat și neciliat: epiteliul traheal
● pluristratificat	- pavimentos keratinizat (epiderma) și nekeratinizat: epiteliul mucoasei bucale - cubic și cilindric: canalele glandelor exocrine - de tranziție: uroteliul
2. Glandular (secretor)	
● tip endocrin	- tipul în cordoane celulare (adenohipofiza, glandele paratiroide) - tipul folicular (tiroida)
● tip exocrin (pluricelular)	- simplu (tubular, acinos) - compus (tubulo-acinos)
● tip mixt	- pancreas - testicul - ovar
3. Senzorial — intră în structura organelor de simț	
II. CONJUNCTIV	
1. Moale	
● lax: însoțește alte țesuturi; leagă unele organe ● reticulat: ganglioni limfatici, splină ● adipos: în jurul unor organe (rinichi, ochi) și subcutanat (hipoderm) ● fibros: tendoane, ligamente, aponevroze ● elastic: tunica medie a arterelor și venelor	
2. Semidur	
● cartilaginos	- hialin: cartilaje costale, laringiale, traheale - elastic: pavilionul urechii, epiglota - fibros: discurile intervertebrale și meniscurile articulare
3. Dur	
● osos	- haversian (compact): diafizele oaselor lungi - spongios (trabecular): epifizele oaselor lungi și în interiorul celor scurte și late
4. Fluid — sângele	
III. MUSCULAR	
● striat: mușchii scheletici (somatici) ● neted: visceral și multiunitar (în iris) ● striat de tip cardiac: miocardul	
IV. NERVOS	
● neuronul — celula nervoasă ● nevroglia — celula glială	

II. FUNCȚIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN

A. Funcțiile de relație

1. Sistemul nervos

Sistemul nervos, împreună cu sistemul endocrin, reglează majoritatea funcțiilor organismului. Sistemul nervos (SN) are rol în special în reglarea activității musculaturii și a glandelor secretorii (atât exocrine, cât și endocrine), în timp ce sistemul endocrin reglează în principal funcțiile metabolice. Reglarea activității musculaturii scheletice este realizată de SN somatic, iar reglarea activității musculaturii viscerale și a glandelor (exo- și endocrine) este realizată de SN vegetativ. Între SN și sistemul endocrin există o strânsă interdependență.

Compartimentele funcționale ale sistemului nervos

Reglarea nervoasă a funcțiilor corpului se bazează pe activitatea centrilor nervoși care prelucrează informațiile primite și apoi elaborează comenzi ce sunt transmise efectorilor. Din acest punct de vedere, fiecare centru nervos poate fi separat în două compartimente funcționale:

- compartimentul senzitiv, unde sosesc informațiile culese la nivelul receptorilor;
- compartimentul motor, care transmite comenzile la efectori.

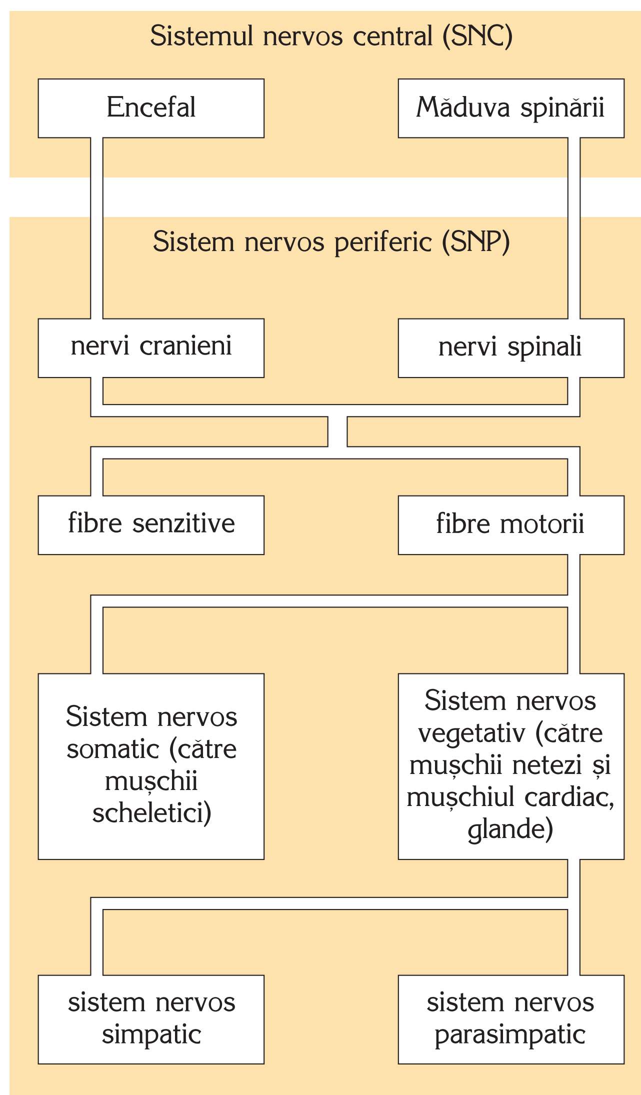
Așadar, fiecare organ nervos are două funcții fundamentale: funcția senzitivă și funcția motorie.

La nivelul emisferelor cerebrale mai apare și funcția psihică. Separarea funcțiilor sistemului nervos în funcții senzitive, motorii și psihice este artificială și schematică.

În realitate, nu există activitate senzitivă fără manifestări motorii, și viceversa, iar stările psihice rezultă din integrarea primelor două. Toată activitatea sistemului nervos se desfășoară într-o unitate, în diversitatea ei extraordinară.

*Fiziologia neuronului și a sinapsei

Neuronul reprezintă unitatea morfo-funcțională a sistemului nervos. Din punctul de vedere al formei și



al dimensiunilor, neuronii sunt foarte diferiți. Forma neuronilor este variabilă: stelată (coarnele anterioare ale măduvei), sferică sau ovalară (în ganglionii spinali), piramidală (zonele motorii ale scoarței cerebrale) și fusiformă (în stratul profund al scoarței cerebrale).

În funcție de numărul prelungirilor, neuronii pot fi:

- *unipolari* (celulele cu conuri și bastonașe din retină); au aspect globulos, cu o singură prelungire;
- *pseudounipolari*; se află în ganglionul spinal și au o prelungire care se divide în „T"; dendrita se distribuie la periferie, iar axonul pătrunde în sistemul nervos central (SNC);
- *bipolari*, de formă rotundă, ovală sau fusiformă, cele două prelungiri pornind de la polii opuși ai celulei (neuronii din ganglionii spiral Corti și vestibular Scarpa, din retină și din mucoasa olfactivă);
- *multipolari*; au o formă stelată, piramidală sau piriformă și prezintă numeroase prelungiri dendritice

* Numai la specializările cu două ore / săptămână și la profilul artistic, specializarea coregrafie.

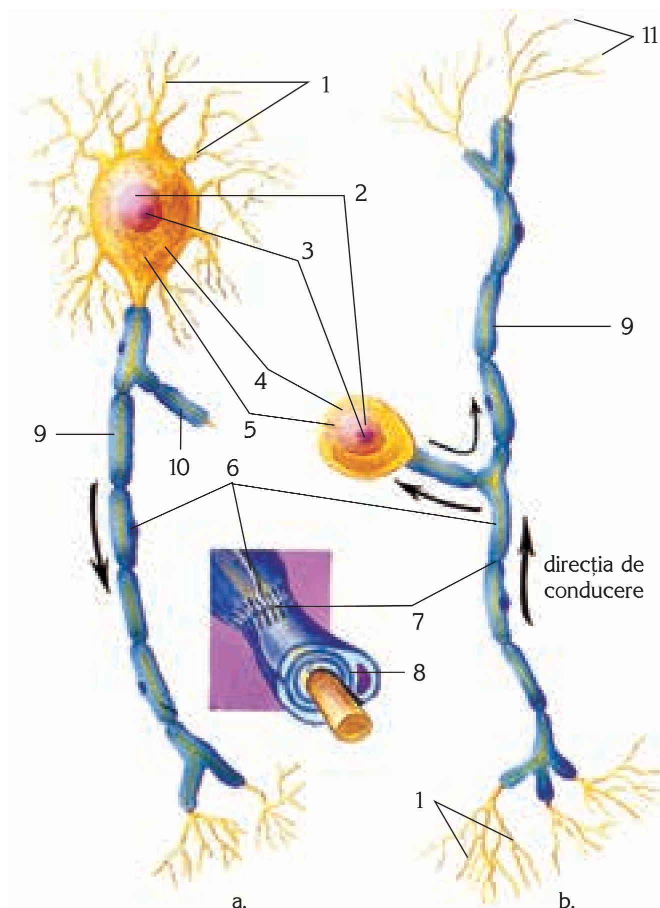


Fig. 11. Structura neuronului: a. neuron motor; b. neuron senzitiv; 1. dendrite; 2. nuclei; 3. nucleoli; 4. corp neuronal; 5. substanță cromatofilă; 6. celule Schwann; 7. noduri Ranvier; 8. mielină; 9. axon; 10. colaterală axonică; 11. ramificații cu butoni terminali.

și un axon (scoarța cerebrală, cerebeloasă, coarnele anterioare din măduva spinării).

După funcție, neuronii pot fi: *receptori*, care, prin dendritele lor, recepționează stimulii din mediul exterior sau din interiorul organismului (somatosenzitivi și viscerosenzitivi), *motori*, ai căror axoni sunt în legătură cu organele efectoare (somatomotori sau visceromotori), și *intercalari* (de asociație), care fac legătura între neuronii senzitivi și motori.

Neuronul este format din corpul celular (pericarionul) și una sau mai multe prelungiri, care sunt de două tipuri: dendritele, prelungiri celulipete (majoritatea neuronilor au mai multe dendrite), și axonul, care, funcțional, este celulifug, prelungire unică a neuronului (fig. 11).

Corpul neuronului este format din *neurilemă* (membrana plasmatică), *neuroplasmă* (citoplasmă) și *nucleu*.

Neurilema celulei nervoase este subțire, delimitează neuronul și are o structură lipoproteică.

Neuroplasma conține organite celulare comune (mitocondrii, ribozomi, reticul endoplasmatic, cu excepția centrozomului, deoarece neuronul nu se divide), incluziuni pigmentare și organite specifice: corpii tigroizi (Nissl) din corpul celular și de la baza dendritelor, cu rol în metabolismul neuronal, și neurofibrilele, care se găsesc atât în neuroplasmă (corp), cât și în prelungiri (dendrite și axon), având rol mecanic, de susținere și în conducerea impulsului nervos.

Nucleul. Celulele nervoase motorii, senzitive și de asociație au un nucleu unic, cu 1–2 nucleoli. Celulele vegetative centrale sau periferice prezintă deseori un nucleu excentric. Aceste celule pot avea nuclei dubli sau multipli.

Dendritele, în porțiunea lor inițială, sunt mai groase, apoi se subțiază. În ele se găsesc neurofibrile. Acestea recepționează impulsul nervos și îl conduc spre corpul neuronului.

Axonul este o prelungire unică, lungă (uneori de 1 m) și mai groasă. Este format dintr-o citoplasmă specializată, numită axoplasmă, în care se găsesc: mitocondrii, vezicule ale reticulului endoplasmatic și neurofibrile. Membrana care acoperă axoplasma se numește axolemă și are un rol important în propagarea impulsului nervos. De-a lungul traseului său, axonul emite colaterale perpendiculare pe direcția sa, iar în porțiunea terminală se ramifică; ultimele ramificații — butonii terminali — conțin mici vezicule pline cu mediatori chimici care înlesnesc transmiterea influxului nervos la nivelul sinapselor. Butonul mai conține neurofibrile și mitocondrii.

Înconjurând axonul, se deosebesc, în funcție de localizare — sistemul nervos periferic (SNP) sau SNC — și de diametrul axonului, următoarele structuri:

Structura	Axonul neuronilor SNP	Axonul neuronilor SNC
Teaca de mielină — axonii cu diametrul mai mic de 2 μ și fibrele postganglionare nu au teacă de mielină. Rolul mielinei este de izolator electric, care accelerează conducerea impulsului nervos	• produsă de celulele Schwann (o celulă produce pentru un singur axon) • prezintă discontinuități numite noduri Ranvier, care reprezintă spațiul dintre două celule Schwann	• produsă de oligodendrocite (o celulă produce pentru mai mulți axoni)

Structura	Axonul neuronilor SNP	Axonul neuronilor SNC
Teaca Schwann	• se dispune în jurul tecii de mielină, fiind formată de celule Schwann • fiecărui segment internodal de mielină dintre două strangulații Ranvier îi corespunde o singură celulă Schwann	Nu prezintă.
Teaca Henle	• separă membrana plasmatică a celulei Schwann de țesutul conjunctiv din jur • are rol în permeabilitate și rezistență	Nu prezintă.

Nevroglia. La mamiferele superioare, numărul nevrogliilor depășește de 10 ori numărul neuronilor. Forma și dimensiunile corpului celular pot fi diferite, iar prelungirile, variabile ca număr. Se descriu mai multe tipuri de nevroglii: celula Schwann, astrocitul, oligodendroglia, microglia, celulele ependimare și celulele satelite. Nevrogliile sunt celule care se divid intens (sunt singurele elemente ale țesutului nervos care dau naștere tumorilor din SNC), nu conțin neurofibrile și nici corpi Nissl. Au rol de suport pentru neuroni, de protecție, trofic, rol fagocitar (microglia), în sinteza tecii de mielină și în sinteza de ARN și a altor substanțe pe care le cedează neuronului.

Celula nervoasă are proprietățile de excitabilitate și conductibilitate, adică poate genera un potențial de acțiune care se propagă și este condus. Prima proprietate a fost descrisă în capitolul afectat fiziologiei celulei.

Conducerea impulsului nervos. Apariția unui potențial de acțiune într-o zonă a membranei neuronale determină apariția unui nou potențial de acțiune în zona vecină. Așadar, apariția unui potențial de acțiune într-un anumit punct al membranei axonale este consecința depolarizării produse de un potențial de acțiune anterior. Aceasta explică de ce toate potențialele de acțiune apărute de-a lungul unui axon sunt consecința primului potențial de acțiune generat la nivelul axonului respectiv.

Conducerea la nivelul axonilor amielinici (fig. 12). În acest caz, potențialul de acțiune poate să apară în orice zonă a membranei. Proprietățile electrice ale membranei permit depolarizarea regiunilor adiacente, iar potențialul de acțiune este condus într-o singură direcție, deoarece în direcția opusă, unde s-a produs potențialul de acțiune anterior, membrana este în stare refractară absolută. De fapt, termenul de conducere este impropriu, deoarece orice nou potențial de acțiune este un eveniment complet nou, care se repetă, se regenerează de-a lungul axonului.

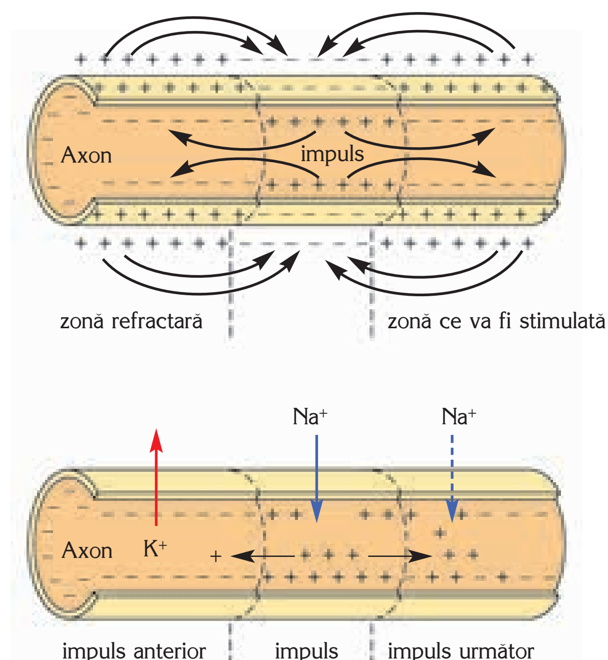


Fig. 12. Conducerea impulsului nervos (potențialului de acțiune) într-o fibră amielinică.

Conducerea la nivelul axonilor mielinizați (fig. 13). În acest caz, datorită proprietăților izolatoare ale mielinei, potențialul de acțiune apare la nivelul nodurilor Ranvier și „sare“ de la un nod la altul într-un tip de conducere numită „saltatorie“. Acest tip de conducere permite viteze mult mai mari (100 m/s, față de 10 m/s în fibrele amielinice). Aceasta explică apariția mai rapidă a unor reflexe decât altele.

Sinapsa este conexiunea funcțională între un neuron și o altă celulă. În SNC, a doua celulă este tot un neuron, dar în SNP ea poate fi o celulă efectoare, musculară sau secretorie. Deși similară cu cea neuro-neuronală, sinapsa neuromusculară se numește placă motorie sau joncțiune neuromusculară.

La nivelul sinapselor, transmiterea se face într-un singur sens.

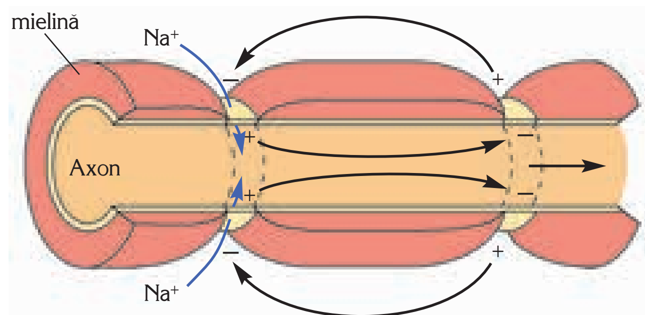


Fig. 13. Conducerea impulsului nervos într-o fibră mielinizată.

Sinapsele neuro-neuronale pot fi axosomatice sau axodendritice, axoaxonice sau dendrodentritice (fig. 14).

Din punct de vedere al mecanismului prin care se face transmiterea, sinapsele pot fi chimice sau electrice.

În urma interacțiunii dintre mediatorul chimic eliberat în fanta sinaptică și receptorii de pe membrana postsinaptică (fig. 15), apare depolarizarea membranei postsinaptice, numită potențial postsinaptic excitator, dacă este vorba de un neuron postsinaptic, sau potențial terminal de placă, dacă este vorba despre o fibră musculară scheletică. Acest potențial, care nu trebuie confundat cu potențialul de acțiune, are două proprietăți speciale: sumația temporală și sumația spațială. În primul caz, două asemenea potențiale produse prin descărcarea de mediator din aceeași fibră presinaptică se pot suma, rezultând un potențial mai mare, iar în cel de-al doilea caz, potențialele postsinaptice excitatorii, produse de două terminații presinaptice vecine pe aceeași membrană postsinaptică, se pot cumula.

Oboseala transmiterii sinaptice. Stimularea repetată și rapidă a sinapselor excitatorii este urmată de descărcări foarte numeroase ale neuronului

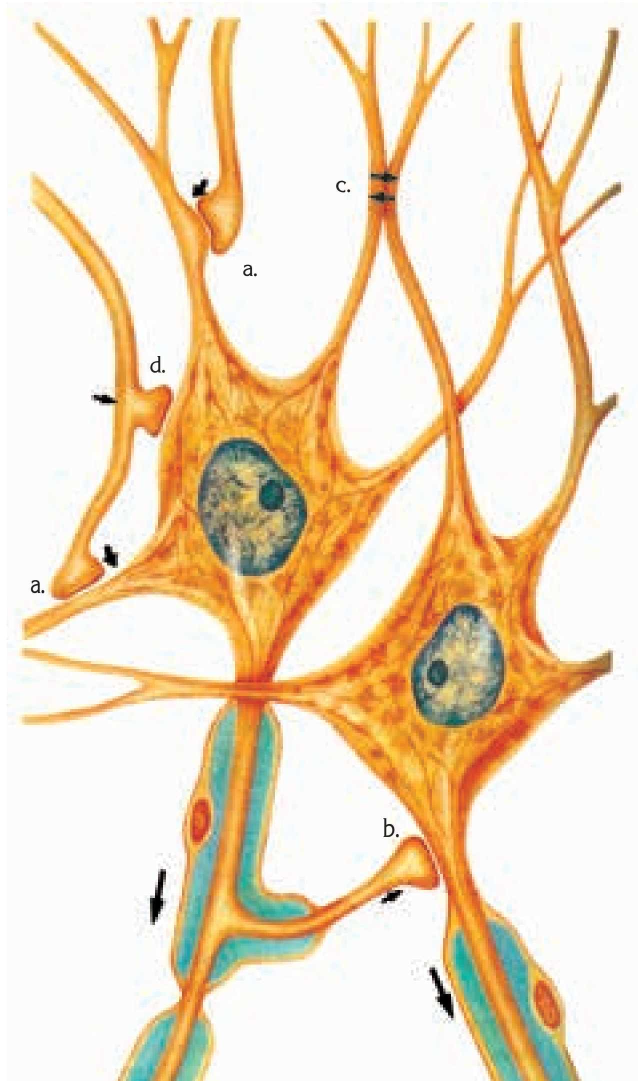


Fig. 14. Tipuri de sinapse: a. axodendritică; b. axoaxonică; c. dendrodendritică (electrică); d. axosomatică.

	Sinapse chimice	Sinapse electrice
Alcătuire	• terminația presinaptică — conține vezicule cu mediator chimic (se cunosc peste 40 de mediatori chimici, cel mai răspândit fiind acetilcolina) • fanta sinaptică • celula postsinaptică — prezintă receptori pentru mediatorul chimic	• două celule de aceleași dimensiuni, care sunt alipite în zonele lor de rezistență electrică minimă
Mod de funcționare	• sub acțiunea impulsului nervos, se eliberează cuante de mediator chimic în fanta sinaptică • mediatorul chimic interacționează cu receptorii specifici de pe membrana postsinaptică, determinând modificări ale potențialului membranei postsinaptice Conducerea este unidirecțională, dinspre terminația presinaptică spre cea postsinaptică	• trecerea ionilor și a moleculelor prin aceste locuri de joncțiune Conducerea este, se pare, bidirecțională
Exemple	• aproape toate sinapsele SNC • placa motorie • SN vegetativ	• miocard • mușchi neted • în anumite regiuni din creier

postsinaptic, pentru ca, în următoarele milisecunde, numărul acestora să scadă accentuat. În acest caz, avem de-a face cu un mecanism de protecție împotriva suprastimulării, care se realizează prin epuizarea depozitelor de mediator chimic (neurotransmițător) de la nivelul terminației presinaptice.

Efectele medicamentelor asupra transmiterii sinaptice. Unele medicamente cresc excitabilitatea sinapselor (cofeina), altele o scad (unele anestezice).

Reflexul

Mecanismul fundamental de funcționare a sistemului nervos este actul reflex (sau, simplu, reflexul). Reflexul reprezintă reacția de răspuns a centrilor nervoși la stimularea unei zone receptoare. Termenul de reflex a fost introdus de către matematicianul și filozoful francez René Descartes (1596–1650). Răspunsul reflex poate fi excitator sau inhibitor.

Baza anatomică a actului reflex este arcul reflex, alcătuit din cinci componente anatomice: receptorul, calea aferentă, centrii nervoși, calea eferentă și efectorul (fig. 16).

Receptorul este o structură excitabilă care răspunde la stimuli prin variații de potențial gradate proporțional cu intensitatea stimulului.

Majoritatea receptorilor sunt celule epiteliale diferențiate și specializate în celule senzoriale (gustative,

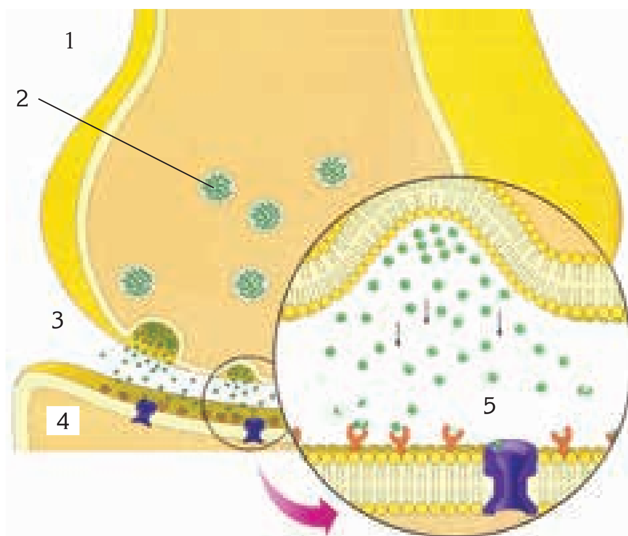


Fig. 15. Transmiterea sinaptică: 1. terminație presinaptică; 2. acetilcolină; 3. fanta sinaptică; 4. celulă postsinaptică; 5. receptor.

auditive, vestibulare). Alți receptori din organism sunt corpusculii senzitivi — mici organe pluricelulare alcătuite din celule, fibre conjunctive și terminații nervoase dendritice (receptorii tegumentari, proprioceptorii).

Uneori, rolul de receptori îl îndeplinesc chiar terminațiile butonate ale dendritelor (neuronul receptorului olfactiv, receptorii dureroși).

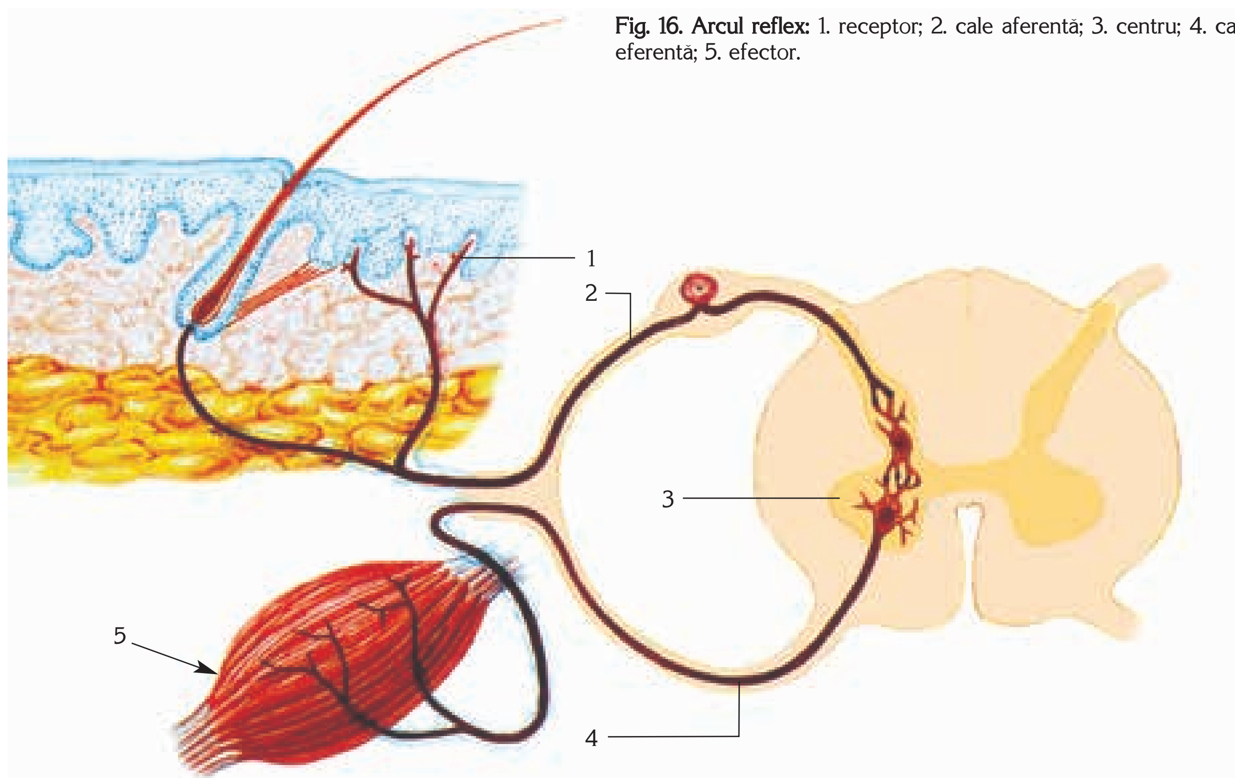


Fig. 16. Arcul reflex: 1. receptor; 2. cale aferentă; 3. centru; 4. cale eferentă; 5. efector.

La nivelul receptorului are loc transformarea energiei stimulului în impuls nervos.

În funcție de proveniența stimulului, se deosebesc:

- *exteroreceptori* — primesc stimuli din afara organismului;
- *interoreceptori* (visceroreceptori) — primesc stimuli din interiorul organismului (baroreceptori, chemoreceptori).
- *proprioreceptori* — primesc stimuli de la mușchi, tendoane, articulații și informează despre poziția corpului și permit controlul mișcării.

În funcție de tipul de energie pe care o prelucrează:

- *chemoreceptori* — stimulați chimic: muguri gustativi, epiteliul olfactiv, corpii carotidieni și aortici; nociceptorii sunt considerați ca făcând parte din această categorie, deoarece sunt stimulați de substanțe chimice eliberate de celulele distruse;
- *fotoreceptori* — sunt stimulați de lumină: celule cu conuri și bastonașe;
- *termoreceptori* — răspund la variațiile de temperatură: terminații nervoase libere;
- *mecanoreceptori* — stimulați de deformarea membranei celulare: receptori pentru tact, vibrații și presiune.

În funcție de viteza de adaptare:

- *fazici* — răspund cu o creștere a activității la aplicarea stimulului, dar, în ciuda menținerii acestuia, activitatea lor scade ulterior: receptorul olfactiv;
- *tonici* — prezintă activitate relativ constantă pe toată durata aplicării stimulului: receptorul vizual.

La nivelul receptorului are loc traducerea informației purtate de stimul în informație nervoasă specifică (impuls nervos).

Calea aferentă. Receptorii vin în contact sinaptic cu terminațiile dendritice ale neuronilor senzitivi din ganglionii spinali sau de pe traiectul unor nervi cranieni.

Prin **centrii unui reflex** se înțelege totalitatea structurilor din sistemul nervos central care participă la actul reflex respectiv.

Sistemul nervos central are trei nivele majore, cu atribute funcționale specifice: nivelul măduvei spinării, nivelul subcortical și nivelul cortical.

Calea eferentă reprezintă axonii neuronilor motori somatici și vegetativi prin care se transmite comanda către organul efector.

Efectorii. Principalii efectori sunt mușchii striați, mușchii netezi și glandele exocrine.

Vă reamintim structura sistemului nervos.

Măduva spinării

Se găsește situată în canalul vertebral, format din suprapunerea orificiilor vertebrale, pe care însă nu îl ocupă în întregime. Limita superioară a măduvei corespunde găurii occipitale sau emergenței primului nerv spinal (C1), iar limita inferioară se află în dreptul vertebrei L2 (fig. 17).

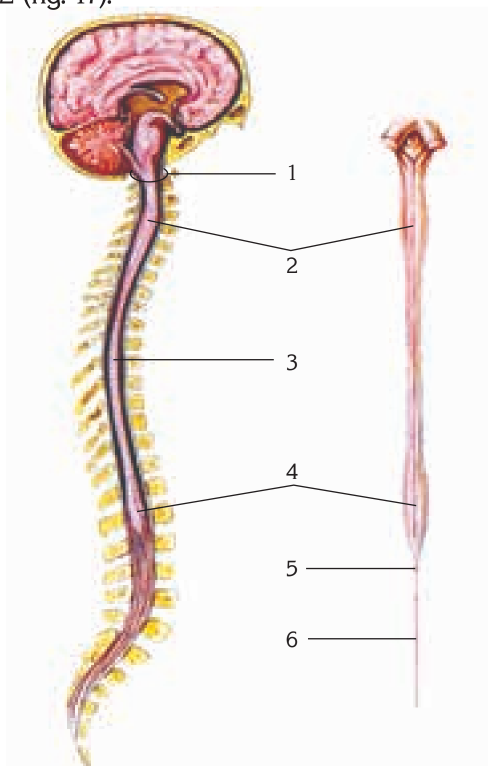


Fig. 17. Creierul și măduva spinării (secțiune sagitală): 1. gaura occipitală; 2. dilatația cervicală; 3. măduva spinării în canalul vertebral; 4. dilatația lombară; 5. conul medular; 6. filum terminale.

Între peretele osos al vertebrelor și măduvă se află cele trei membrane ale meningelor vertebrale care asigură protecția și nutriția măduvei.

Sub vertebra L2, măduva se prelungește cu conul medular, iar acesta cu filum terminale. De o parte și de alta a conului medular și a filumului terminal, nervii lombari și sacrali, cu direcție aproape verticală, formează „coada de cal".

Aspectul exterior al măduvei

În dreptul regiunilor cervicală și lombară, măduva prezintă două porțiuni mai voluminoase, intumescențele (dilatările) cervicală și lombară, care corespund membrelor.

Meningele spinale

Sunt alcătuite din trei membrane de protecție care învelesc măduva (fig. 18). Membrana exterioară se numește *dura mater*. Are o structură fibroasă, rezistentă și este separată de pereții canalului vertebral prin spațiul epidural.

Arahnoida are o structură conjunctivă și este separată și de pia mater printr-un spațiu care conține lichidul cefalorahidian (LCR).

Pia mater este o membrană conjunctivo-vasculară, cu rol nutritiv, care învelește măduva la care aderă pătrunzând în șanțuri și fisuri. În grosimea ei se găsesc vase arteriale.

Măduva este formată din substanță cenușie dispusă în centru, sub formă de coloane, având, în secțiune transversală, aspectul literei „H", și substanță albă, la periferie, sub formă de cordoane (fig. 19).

Substanța cenușie

Este constituită din corpul neuronilor. Bara transversală a „H"-ului formează comisura cenușie a măduvei, iar porțiunile laterale ale „H"-ului sunt subdivizate în coarne: anterioare, laterale și posterioare.

Comisura cenușie prezintă, în centru, canalul ependimar care conține LCR.

Coarnele anterioare (ventrale) conțin dispozitivul somatomotor, care este mai bine dezvoltat în regiunile dilatărilor. Coarnele anterioare sunt mai late și mai scurte decât cele posterioare și conțin două tipuri de neuroni somatomotori ai căror axoni formează rădăcina ventrală a nervilor spinali.

Coarnele posterioare (dorsale) conțin neuroni ai căilor senzitive care au semnificația de deutoneuron (al II-lea neuron), protoneuronul (I-ul neuron) fiind situat în ganglionii spinali.

Coarnele laterale sunt vizibile în regiunea cervicală inferioară, în regiunea toracală și lombară superioară. Conțin neuroni vegetativi simpatici preganglionari ai căror axoni părăsesc măduva pe calea rădăcinii ventrale a nervului spinal și formează fibrele preganglionare ale sistemului simpatic.

Între coarnele laterale și posterioare, în substanța albă a măduvei, se află substanța reticulată a măduvei, mai bine individualizată în regiunea cervicală și formată din neuroni dispuși în rețea, prezenți și în jurul canalului ependimar, pe toată lungimea sa.

Substanța albă

Se află la periferia măduvei și este dispusă sub formă de cordoane în care găsim fascicule ascendente, situate, în general, periferic, descendente, situate spre interior față de precedentele, și fascicule de asociație, situate profund, în imediata vecinătate a substanței cenușii.

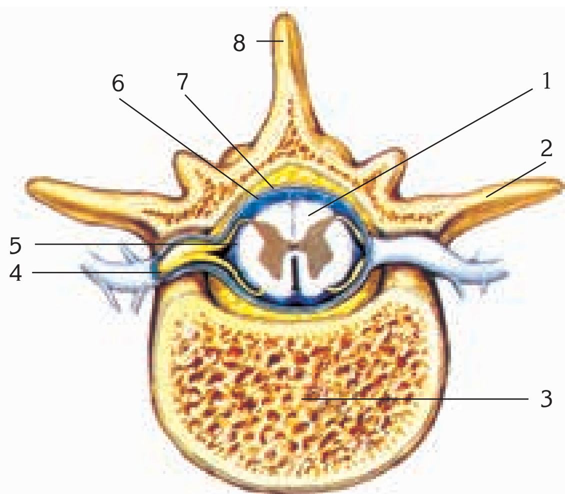


Fig. 18. Meningele: 1. măduva spinării; 2. apofiză transversă; 3. corp vertebral; 4. nerv spinal; 5. pia mater; 6. arahnoida; 7. dura mater; 8. apofiză spinoasă.

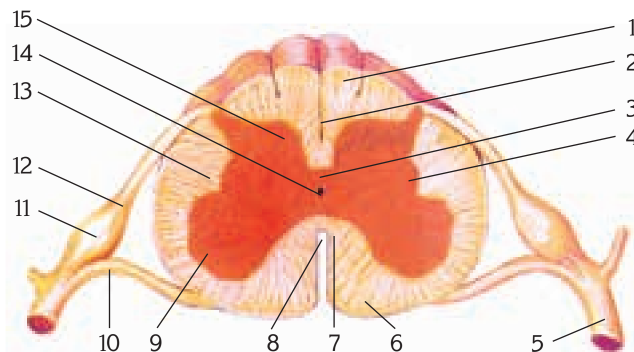


Fig. 19. Măduva spinării (secțiune transversală): 1. cordonul posterior; 2. șanțul median posterior; 3. comisura cenușie; 4. cornul lateral; 5. nerv spinal; 6. cordonul anterior; 7. comisura albă; 8. fisura mediană anterioară; 9. cornul anterior; 10. rădăcina anterioară; 11. ganglion spinal; 12. rădăcina posterioară; 13. cordonul lateral; 14. canalul ependimar; 15. cornul posterior.

* Căile ascendente (ale sensibilității; fig. 20)

Căile sensibilității exteroceptive

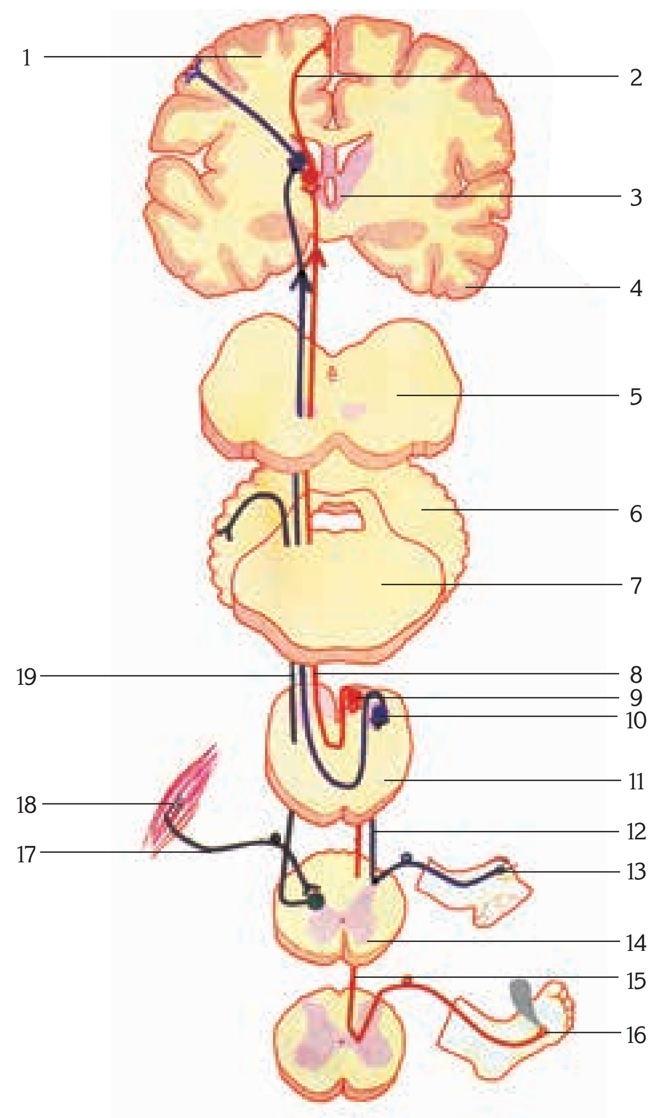
• Calea sensibilității termice și dureroase

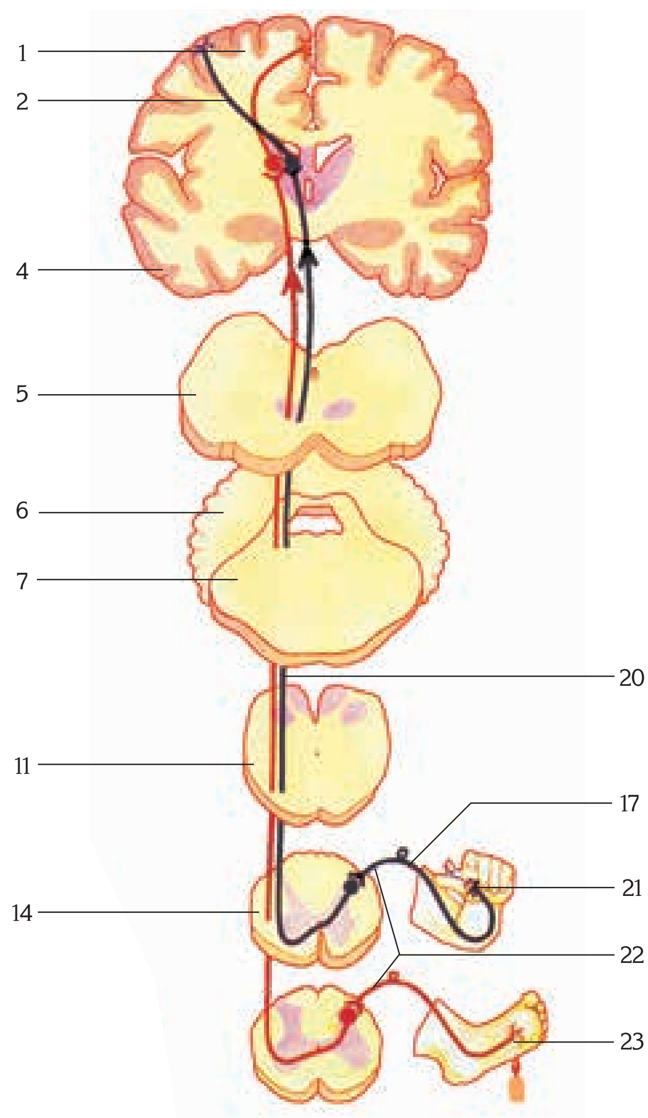
Receptorii se găsesc în piele. Pentru sensibilitatea dureroasă, ca și pentru cea termică, receptorii sunt terminațiile nervoase libere.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal. Dendrita lui este lungă și ajunge la receptori, iar axonul pătrunde în măduvă.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior al măduvei. Axonul lui trece în cordonul

Fig. 20. Căile ascendente: 1. gir postcentral; 2. axonii neuronilor III (talamici); 3. talamus; 4. cortex cerebral; 5. mezencefal; 6. cerebel; 7. punte; 8. axonii deutoneuronilor; 9. nucleul gracilis; 10. nucleul cuneat; 11. bulb rahidian; 12. fascicul cuneat; 13. receptor articular de întindere; 14. regiune cervicală; 15. fascicul gracilis; 16. receptor tactil; 17. dendritele protoneuronilor; 18. fus neuromuscular; 19. tract spinocerebelos dorsal; 20. tract spinotalamic lateral; 21. receptor pentru durere; 22. axonii protoneuronilor; 23. receptor termic.





lateral opus, unde formează fasciculul spinotalamic lateral, care, în traiectul său ascendent, străbate măduva și trunchiul cerebral, îndreptându-se spre talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul lui se proiectează pe scoarța cerebrală, în aria somestezică I din lobul parietal.

• Calea sensibilității tactile grosiere (protopatică)

În piele, receptorii sunt reprezentați de corpusculii Meissner și de discurile tactile Merkel.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal. Dendrita acestui neuron, lungă, ajunge la nivelul receptorilor, iar axonul pătrunde pe calea rădăcinii posterioare în măduvă.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior.

Axonul acestor neuroni trece în cordonul anterior opus, alcătuind fasciculul spinotalamic anterior care, în traiectul său ascendent, străbate măduva, trunchiul cerebral și ajunge la talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul lui se proiectează în scoarța cerebrală, în aria somestezică I.

• Calea sensibilității tactile fine (epicritice)

Utilizează calea cordoanelor posterioare, împreună cu calea proprioceptivă kinestezică, cu care va fi descrisă.

Căile sensibilității proprioceptive

• Calea sensibilității kinestezice

Sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu) utilizează calea cordoanelor posterioare, împreună cu sensibilitatea tactilă epicritică.

Receptorii:

• pentru sensibilitatea tactilă epicritică, sunt aceiași ca și pentru sensibilitatea tactilă protopatică, însă cu câmp receptor mai mic;

• pentru sensibilitatea kinestezică, receptorii sunt corpusculii neurotendinoși ai lui Golgi și corpusculii Ruffini.

Protoneuronul se află în ganglionul spinal, a cărui dendrită, lungă, ajunge la receptori. Axonul, de asemenea lung, pătrunde în cordonul posterior, formând la acest nivel fasciculul gracilis (Goll) și fasciculul cuneat (Burdach). Menționăm că fasciculul cuneat apare numai în măduva toracală superioară și în măduva cervicală. Aceste două fascicule, numite și fascicule spinobulbare, urcă spre bulb.

Deutoneuronul se află în nucleii gracilis și cuneat din bulb. Axonul celui de al II-lea neuron se încrucișează în bulb și formează decusația senzitivă, după care devin ascendenți și formează lemniscul medial, care se îndreaptă spre talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Axonul celui de al III-lea neuron se proiectează în aria somestezică I.

• Calea sensibilității proprioceptive de control al mișcării

Această cale este constituită din două tracturi:

• tractul spinocerebelos dorsal (direct);

• tractul spinocerebelos ventral (încrucișat).

Receptorii acestei căi sunt fusurile neuromusculare.

Protoneuronul este localizat în ganglionul spinal; dendrita ajunge la receptori, iar axonul, pe calea rădăcinii posterioare, intră în măduvă, în substanța cenușie.

Deutoneuronul se află în neuronii senzitivi din cornul posterior al măduvei. Axonul celui de al II-lea neuron se poate comporta în două moduri:

• fie se duce în cordonul lateral de aceeași parte, formând fasciculul spinocerebelos dorsal (direct);

• fie ajunge în cordonul lateral de partea opusă, deci se încrucișează și formează fasciculul spinocerebelos ventral (încrucișat).

Ambele fascicule au un traiect ascendent, străbat măduva și ajung în trunchiul cerebral, unde se comportă în mod diferit:

• fasciculul spinocerebelos dorsal străbate numai bulbul și apoi, pe calea pedunculului cerebelos inferior, ajunge la cerebel;

• fasciculul spinocerebelos ventral străbate bulbul, puntea și mezencefalul și apoi, mergând de-a lungul pedunculului cerebelos superior, ajunge la cerebel.

Căile sensibilității interoceptive

În condiții normale, viscerele nu reacționează la stimuli mecanici, termici, chimici, iar influxurile nervoase interoceptive nu devin conștiente. Numai în condiții anormale viscerele pot fi punctul de plecare al senzației dureroase.

Receptorii se găsesc în pereții vaselor și ai organelor, sub formă de terminații libere sau corpusculi lamelați.

Protoneuronul se găsește în ganglionul spinal; dendrita lui ajunge la receptori, iar axonul pătrunde în măduvă.

Deutoneuronul se află în măduvă; axonii acestuia intră în alcătuirea unui fascicul și, din aproape în aproape, ajung la talamus.

Al III-lea neuron se află în talamus. Zona de proiecție corticală este difuză. Această cale este multisinaptică.

* Căile descendente (ale motricității; fig. 21)

Calea sistemului piramidal

Își are originea în cortexul cerebral și controlează motilitatea voluntară.

Fasciculul piramidal (corticospinal) are origini corticale diferite: aria motorie, aria premotorie, aria motorie suplimentară și aria motorie secundară, suprapusă ariei senzitive secundare. Dintre cele aproximativ 1 000 000 de fibre ale fasciculului piramidal, circa 700 000 sunt mielinizate.

Fibrele fasciculului piramidal străbat, în direcția lor descendentă, toate cele trei etaje ale trunchiului cerebral și, ajunse la nivelul bulbului, se comportă diferit:

- în jur de 75 % din fibre se încrucișează la nivelul bulbului (decusația piramidală), formând fasciculul piramidal încrucișat sau corticospinal lateral, care ajunge în cordonul lateral al măduvei;
- în jur de 25 % din fibrele fasciculului piramidal nu se încrucișează și formează fasciculul piramidal direct (corticospinal anterior), care ajunge în cordonul anterior de aceeași parte, fiind situat lângă fisura mediană. În dreptul fiecărui segment, o parte din fibre părăsesc acest fascicul, se încrucișează și trec în cordonul anterior opus.

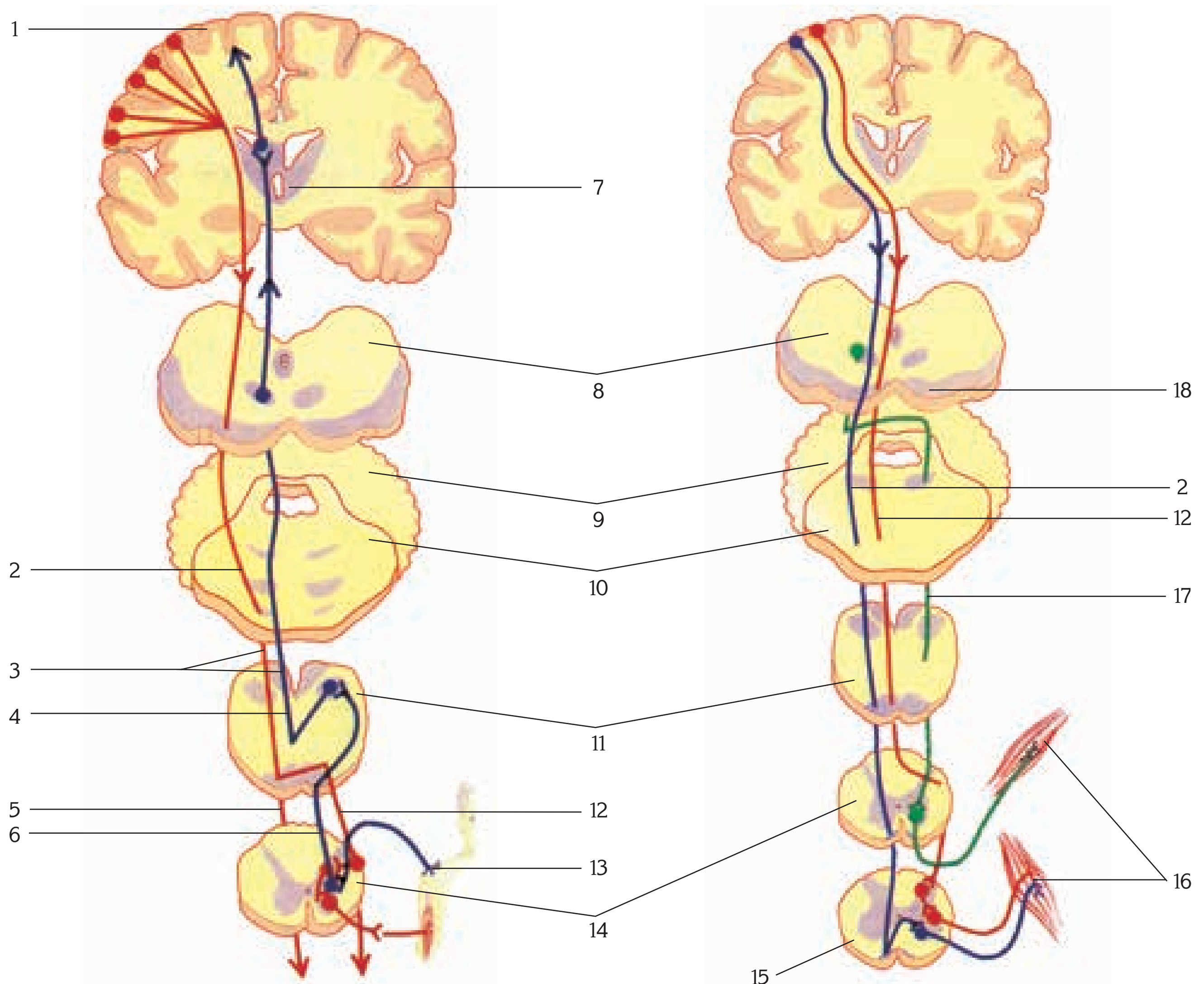


Fig. 21. Căile descendente: 1. cortexul cerebral; 2. fascicul piramidal (corticospinal); 3. fibre senzitive și motorii care se încrucișează în bulb; 4. fascicul cuneat; 5. fascicul corticospinal anterior; 6. fascicul cuneat; 7. talamus; 8. mezencefal; 9. cerebel; 10 puntea; 11. bulb rahidian; 12. fascicul corticospinal lateral; 13. impuls senzitiv de la piele; 14. regiunea cervicală; 15. regiunea lombară; 16. mușchi scheletici; 17. fascicul rubrospinal; 18. peduncul cerebral (mezencefal).

În traiectul lui prin trunchiul cerebral, din fibrele fasciculului piramidal se desprind fibre corticonucleare, care ajung la nucleii motori ai nervilor cranieni (similari cornului anterior al măduvei).

În concluzie, calea sistemului piramidal are doi neuroni:

- un neuron cortical, central, de comandă;
- un neuron inferior, periferic sau de execuție, care poate fi situat în măduvă sau în nucleii motori ai nervilor cranieni.

Calea sistemului extrapiramidal

Își are originea în etajele corticale și subcorticale și controlează motilitatea involuntară automată și semiautomată. Căile extrapiramidale corticale ajung la nucleii bazali (corpii striați). De la nucleii bazali, prin eferențele acestora (fibre strionigrice, striorubice și strioreticulate), ajung la nucleii din mezencefal (nucleul roșu, substanța neagră și formația reticulată), continuându-se spre măduvă prin fasciculele nigrospinale, rubrospinale și reticulospinale; de la nivelul nucleilor bulbari — olivari și vestibulari — se continuă cu fasciculele olivospinale și vestibulospinale (fig. 22).

Toate aceste fascicule extrapiramidale ajung, în final, la neuronii motori din cornul anterior al măduvei.

Prin **căile descendente piramidale și extrapiramidale**, centrii encefalici exercită controlul motor voluntar (calea piramidală) și automat (căile extrapiramidale) asupra musculaturii scheletice. În acest mod sunt reglate tonusul muscular și activitatea motorie, fiind menținute postura și echilibrul corpului.

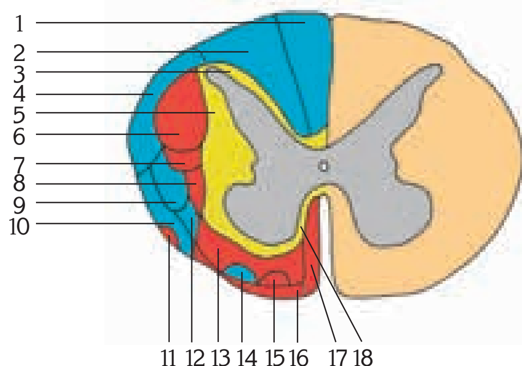


Fig. 22. Măduva spinării: 1. fascicul gracilis; 2. fascicul cuneat; 3. fascicul fundamental posterior; 4. fascicul spinocerebelos direct Flechsig; 5. fascicul fundamental lateral; 6. fascicul piramidal încrucișat; 7. fascicul rubrospinal; 8. fascicul vestibulospinal lateral; 9. fascicul spinotalamic lateral; 10. fascicul spinocerebelos încrucișat Gowers; 11. fascicul olivospinal; 12. fascicul spinotectal; 13. fascicul reticulospinal; 14. fascicul spinotalamic ventral; 15. fascicul tectospinal; 16. fascicul vestibulospinal ventral; 17. fascicul piramidal direct; 18. fascicul fundamental anterior.

Nervii spinali

Nervii spinali conectează măduva cu receptorii și efectorii (somatici și vegetativi). Sunt în număr de 31 de perechi. În regiunea cervicală există 8 nervi cervicali (primul iese între osul occipital și prima vertebră cervicală), în regiunea toracală sunt 12 nervi, apoi 5 în regiunea lombară, 5 în sacrală și unul în regiunea coccigiană.

Nervii spinali sunt formați din două *rădăcini*:

- anterioară (ventrală), motorie;
- posterioară (dorsală), senzitivă, care prezintă pe traiectul ei ganglionul spinal.

Rădăcina anterioară conține axonii neuronilor somatomotori din cornul anterior al măduvei și axonii neuronilor visceromotori din jumătatea ventrală a cornului lateral.

Rădăcina posterioară (dorsală) prezintă pe traiectul său ganglionul spinal, la nivelul căruia sunt localizați atât neuronii somatosenzitivi, cât și neuronii viscerosenzitivi.

Neuronii somatosenzitivi au o dendrită lungă, care ajunge la receptorii din piele (exteroceptori) sau la receptorii somatici profunzi din aparatul locomotor (proprioceptori). Axonul lor intră în măduvă pe calea rădăcinii posterioare.

Neuronii viscerosenzitivi au și ei o dendrită lungă, care ajunge la receptorii din viscere (visceroreceptori). Axonii lor pătrund pe calea rădăcinii posterioare în măduvă și ajung în jumătatea dorsală a cornului lateral al măduvei (zona viscerosenzitivă).

Rădăcinile anterioară și posterioară ale nervului spinal se unesc și formează *trunchiul* nervului spinal, care este mixt, având în structura sa fibre somatomotorii, visceromotorii, somatosenzitive, viscerosenzitive.

Trunchiul nervului spinal iese la exteriorul canalului vertebral prin gaura intervertebrală. După un scurt traiect de la ieșirea sa din canalul vertebral, nervul spinal se desface în *ramurile* sale: ventrală, dorsală, meningială și comunicanta albă. Prin a cincea ramură, comunicanta cenușie, fibra vegetativă simpatică postganglionară intră în nervul spinal.

Ramurile ventrale, prin anastomozare între ele, formează o serie de plexuri: cervical, brahial, lombar, sacral.

În regiunea toracală, ramurile ventrale ale nervilor se dispun sub forma nervilor intercostali.

Ramura dorsală a nervului spinal conține, ca și ramura ventrală, atât fibre motorii, cât și fibre senzitive; se distribuie la pielea spatelui și la mușchii jgheaburilor vertebrale.

Ramura meningială a nervului spinal conține fibre senzitive și vasomotorii pentru meninge.

Ramurile comunicante: prin cea *albă* trece fibra preganglionară mielinică, cu originea în neuronul visceromotor din cornul lateral al măduvei, iar prin cea

Fig. 23. Reflex monosinaptic: 1. măduva spinării; 2. axonul neuronului senzitiv; 3. dendrita neuronului senzitiv; 4. ligament rotulian; 5. femur; 6. efector; 7. axonul neuronului motor; 8. dendrita neuronului motor.

cenușie fibra postganglionară amielinică, fiind axonul neuronului din ganglionul vegetativ simpatic laterovertebral (paravertebral).

Măduva are două funcții: reflexă și de conducere.

1. *Funcția reflexă* a măduvei spinării este îndeplinită de către neuronii somatici și vegetativi.

a. *Reflexele spinale somatice.* Principalele reflexe spinale somatice sunt reflexele miotatice și nociceptive, dar și reflexul de mers.

• Reflexele miotatice constau în contracția bruscă a unui mușchi, ca răspuns la întinderea tendonului său. Reflexul se pune în evidență lovind cu un ciocan de cauciuc tendonul mușchiului. În mod curent, aceste reflexe se cercetează la nivelul tendonului lui Ahile (reflexul ahilian) și la tendonul de inserție a mușchiului cvadriceps pe gambă (reflexul rotulian).

Reflexele miotatice sunt *monosinaptice* (fig. 23). Receptorii sunt reprezentați de proprioceptorii musculari – fusurile neuromusculare. Calea aferentă este asigurată de primul neuron senzitiv proprioceptiv din ganglionul spinal și de prelungirile acestuia. Prelungirea dendritică lungă merge la periferie și se termină la nivelul receptorului. Prelungirea axonală scurtă pătrunde în măduvă prin rădăcinile posterioare și se bifurcă.

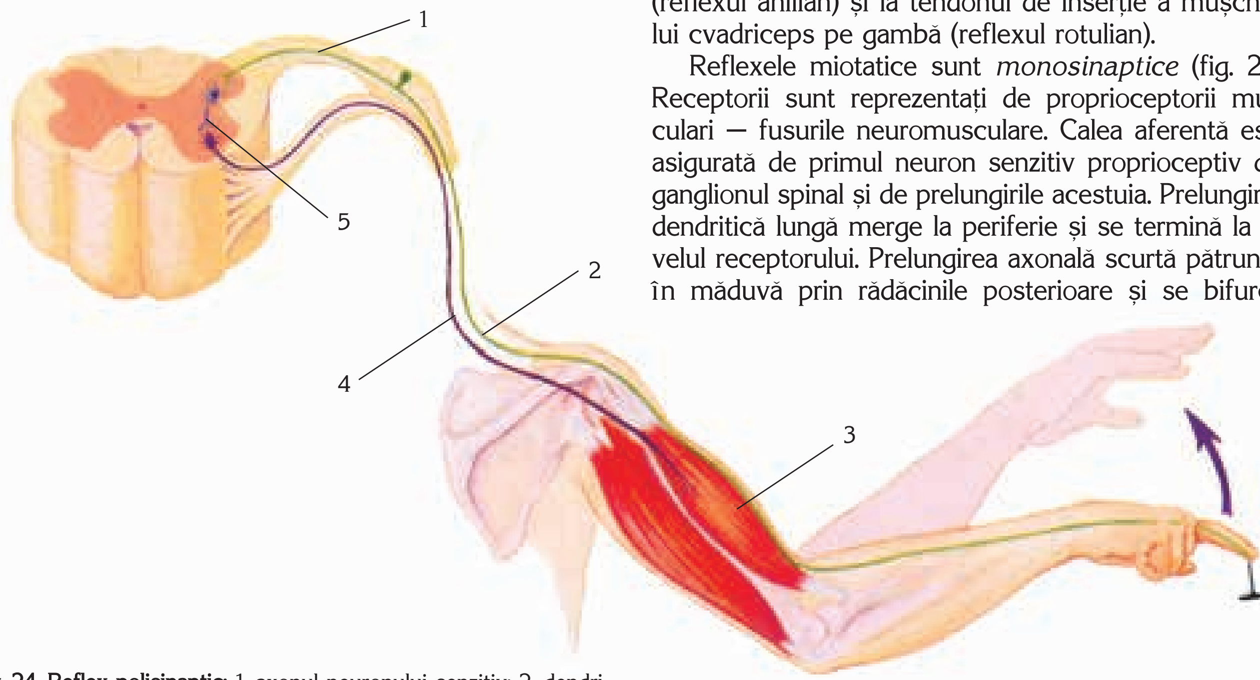


Fig. 24. Reflex polisinaptic: 1. axonul neuronului senzitiv; 2. dendrita neuronului senzitiv; 3. efector; 4. axonul neuronului motor; 5. neuron de asociație.

O ramificație face sinapsă cu neuronul motor din coarnele anterioare de aceeași parte, închizând arcul reflex miotatic, iar o altă ramificație face sinapsă cu al II-lea neuron proprioceptiv din coarnele posterioare, de unde pleacă fasciculele spinocerebeloase.

Centrul reflexului miotatic este chiar sinapsa dintre neuronul senzitiv și cel motor. Calea eferentă este axonul motor, iar efectorul, fibra musculară striată. Reflexele miotatice au rol în menținerea tonusului muscular și a poziției corpului.

• Reflexele nociceptive constau în retragerea unui membru ca răspuns la stimularea dureroasă a acestuia. Acestea sunt reflexe de apărare. Receptorii sunt localizați în piele și sunt mai ales terminații nervoase libere. Căile aferente sunt prelungiri (dendrite) ale neuronilor din ganglionul spinal. Centrii sunt *polisinaptici*, formați din neuroni senzitivi de ordinul al doilea, neuroni de asociație și neuroni motori. Calea eferentă este reprezentată de axonii neuronilor motori, iar efectorul este mușchiul flexor care retrage mâna sau piciorul din fața agentului cauzator al durerii.

Reflexele polisinaptice (fig. 24) prezintă proprietatea de a iradia la nivelul sistemului nervos central, antrenând un număr crescut de neuroni la elaborarea răspunsului. Studiul legilor care guvernează fenomenul de iradiere a fost făcut de Pflüger.

b. *Reflexele spinale vegetative.* În măduva spinării se închid reflexe de reglare a vasomotricității (reflexe vasoconstrictoare și vasodilatatoare), sudorale, pupilodilatatoare, cardioacceleratoare, de micțiune, de defecație și sexuale.

2. *Funcția de conducere* a măduvei spinării este asigurată de căile ascendente și descendente, prezentate anterior, dar și de căi scurte, de asociație.

CUVINTE CHEIE

cale ascendentă, cale descendentă, nervi spinali, reflex miotatic, reflex nociceptiv, reflex monosinaptic, reflex polisinaptic

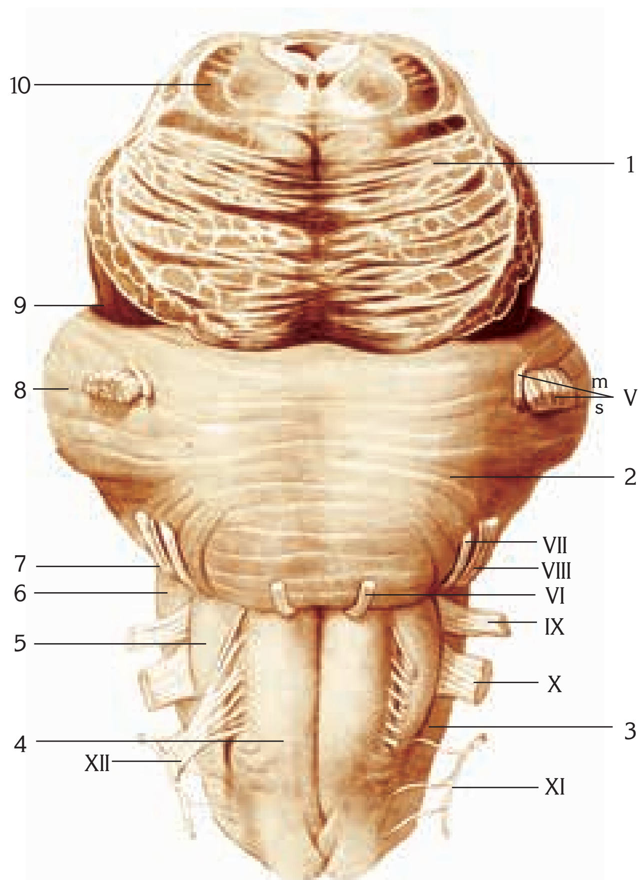


Fig. 25. Trunchiul cerebral — fața anterioară (ventrală): 1. mezencefal; 2. punte; 3. bulb; 4. piramide bulbare; 5. oliva bulbară; 6. pedunculi cerebeloși inferiori; 7. șanț bulbo-pontin; 8. pedunculi cerebeloși mijlocii; 9. șanț ponto-mezencefalic; 10. pedunculi cerebeloși superiori. În cifre romane - originea aparentă a nervilor cranieni respectivi; m — fibre motorii; s — fibre senzitive.

Encefalul

Encefalul cuprinde trunchiul cerebral, cerebelul, diencefalul și emisferele cerebrale.

Ca și măduva, encefalul este acoperit de meningele cerebrale.

Trunchiul cerebral

Trunchiul cerebral (fig. 25) este format din trei etaje: bulb (măduva prelungită), puntea lui Varolio și mezencefalul. În trunchiul cerebral își au originea zece din cele 12 perechi de nervi cranieni. Bulbul, puntea și mezencefalul sunt sediul unor reflexe somatice și vegetative: salivator, de deglutiție, de vomă, tuse, strănut, masticator, cardioacceleratori, cardioinhibitori, de clipire, lacrimal, pupilare de acomodare și fotomotor.

Nervii cranieni

Fac parte din sistemul nervos periferic și sunt în număr de 12 perechi. Se deosebesc de nervii spinali prin aceea că nu au o dispoziție metamerică și nu au două rădăcini (dorsală și ventrală).

Clasificarea nervilor cranieni

Nervii I, II și *VIII* sunt *senzoriali*, conducând excitații olfactive (I), optice (II) și statoacustice (VIII).

Nervii III, IV, VI, XI, XII sunt *motori*.

Nervii V, VII, IX, X sunt nervi *micști*.

Notăm, în plus, că nervii *III, VII, IX, X* au în structura lor și *fibre parasimpatice* preganglionare, cu originea în nucleii vegetativi (parasimpatici) ai trunchiului cerebral.

Perechea I de nervi cranieni — *nervii olfactivi* — au originea reală în celulele bipolare din mucoasa olfactivă. Sunt nervi senzoriali, care conduc informațiile legate de miros.

Perechea II de nervi cranieni — *nervii optici* — sunt compuși din axonii celulelor multipolare din retină, care formează nervul optic. Sunt nervi senzoriali.

Perechea III de nervi cranieni — *nervii oculomotori* — sunt nervi motori, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se află în nucleul motor al oculomotorului din mezencefal, iar, pentru fibrele parasimpatice, în nucleul accesor al nervului III, tot din mezencefal. Originea aparentă se află în spațiul dintre picioarele pedunculilor cerebrali. Fibrele motorii merg

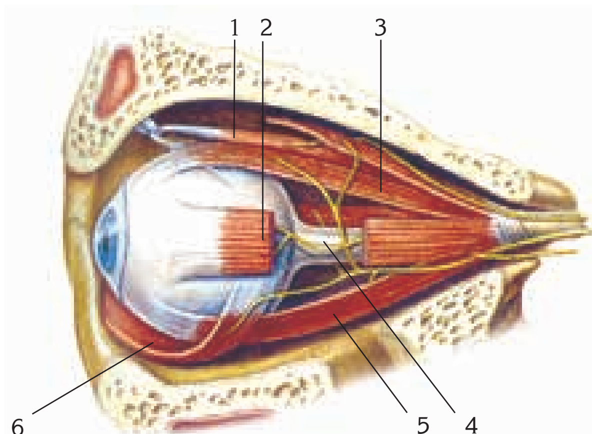


Fig. 26. Nervii cranieni III, IV, VI: 1. mușchiul oblic superior; 2. mușchiul drept intern; 3. mușchiul drept superior; 4. nervul optic; 5. mușchiul drept inferior; 6. mușchiul oblic inferior.

la mușchii drepți intern, superior și inferior și la oblicul inferior ai globului ocular, precum și la mușchiul ridicător al pleoapei. Fibrele parasimpatice ajung la mușchiul sfincter al irisului și la fibrele circulare ale mușchiului ciliar (fig. 26).

Perechea IV de nervi cranieni — *nervii trohleari* — sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul nervului, situat tot în mezencefal. Originea aparentă este pe fața posterioară a trunchiului cerebral, sub lama cvadrigemina. Fibrele inervează mușchiul oblic superior (vezi fig. 26).

Perechea V de nervi cranieni — *nervii trigemeni* — sunt nervi micști. Originea reală a fibrelor senzitive

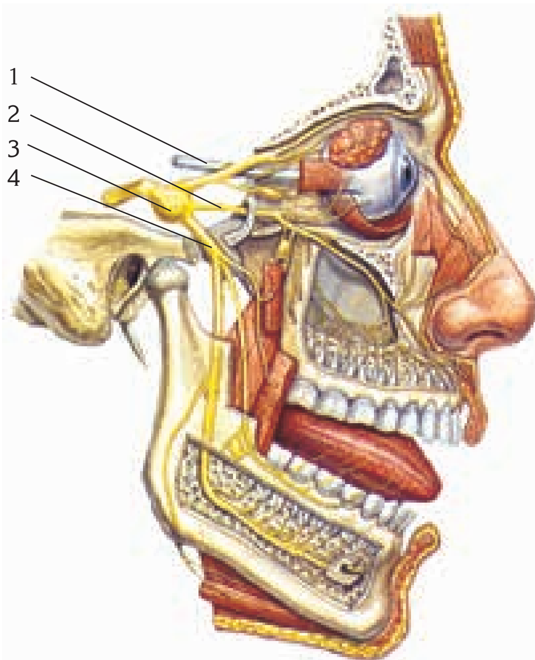


Fig. 27. Nervul cranian V: 1. ramura oftalmică; 2. ramura maxilară; 3. ganglionul trigeminal; 4. ramura mandibulară.

se găsește în ganglionul trigeminal situat pe traseul nervului. Acesta conține protoneuronul. Deutoneuronul fibrelor senzitive se află în nucleii trigeminali din trunchiul cerebral. Fibrele motorii au originea reală în nucleul motor al trigemenului din punte. Originea aparentă se află pe partea anterioară a punții. Fibrele senzitive se distribuie la pielea feței, iar cele motorii inervează mușchii masticatori. Din cele trei ramuri principale ale sale, cele oftalmică și maxilară sunt senzitive, iar cea mandibulară este mixtă.

Perechea VI de nervi cranieni — *nervii abducens* — sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul motor al nervului abducens din punte. Originea aparentă se află în șanțul bulbo-pontin. Fibrele inervează mușchiul drept extern al globului ocular.

Perechea VII de nervi cranieni — *nervii faciali* — sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Fibrele motorii au originea reală în nucleul motor din punte. Fibrele gustative ale nervului facial au originea în ganglionul geniculat de pe traiectul nervului, unde se găsește protoneuronul. Deutoneuronul se află în nucleul solitar din bulb.

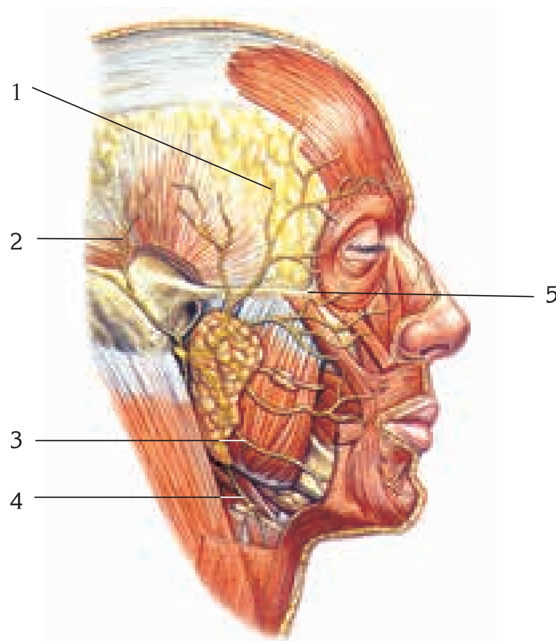


Fig. 28. Nervul cranian VII se distribuie în regiunile: 1. temporală și frontală; 2. auriculară; 3. mandibulară; 4. cervicală; 5. zigomatică.

Fibrele parasimpatice provin din doi nuclei: nucleul lacrimal și nucleul salivator superior, ambii găsindu-se în punte. Originea aparentă se găsește în șanțul bulbo-pontin. Fibrele motorii inervează mușchii mimicii. Fibrele senzoriale culeg excitații gustative de la corpul limbii. Fibrele parasimpatice inervează glandele lacrimale, submandibulare și sublinguale (fig. 28).

Perechea VIII de nervi cranieni — *nervii vestibulocohleari* — sunt nervi senzoriali și sunt formați dintr-o componentă vestibulară, care are pe traseu ganglionul lui Scarpa, și o componentă cohleară, care are pe traiect ganglionul Corti. Ramura cohleară se îndreaptă spre nucleii cohleari din punte, iar cea vestibulară, spre nucleii vestibulari din bulb.

Perechea IX de nervi cranieni — *nervii glosofaringieni* — sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se găsește în nucleul ambiguu din bulb. Fibrele senzoriale (gustative) au primul neuron în ganglionii de pe traiectul nervului, iar deutoneuronul, în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasimpatice provin din nucleul salivator inferior din bulb. Originea aparentă se găsește în șanțul retroolivar. Fibrele motorii se distribuie mușchilor faringelui. Fibrele senzoriale culeg excitații gustative din treimea posterioară a limbii. Fibrele parasimpatice ajung la glandele parotide (fig. 29).

Perechea X de nervi cranieni — *nervii vagi* sau *pneumogastrici* — sunt nervi micști, care au și fibre parasimpatice. Originea reală a fibrelor motorii se află în nucleul ambiguu. Fibrele senzoriale au primul neuron în ganglionii de pe traiectul nervului, deutoneuronul aflându-se în nucleul solitar din bulb. Fibrele parasimpatice provin din nucleul dorsal al nervului vag. Origiănea aparentă se află în șanțul retroolivar. Fibrele motorii inervează musculatura laringelui și faringelui. Fibrele senzoriale culeg sensibilitatea gustativă de la baza rădăcinii limbii. Fibrele parasimpatice se distribuie organelor din torace și abdomen (fig. 30).

Perechea XI de nervi cranieni — *nervii accesori* sau *spinali* — sunt nervi motori. Sunt formați din două

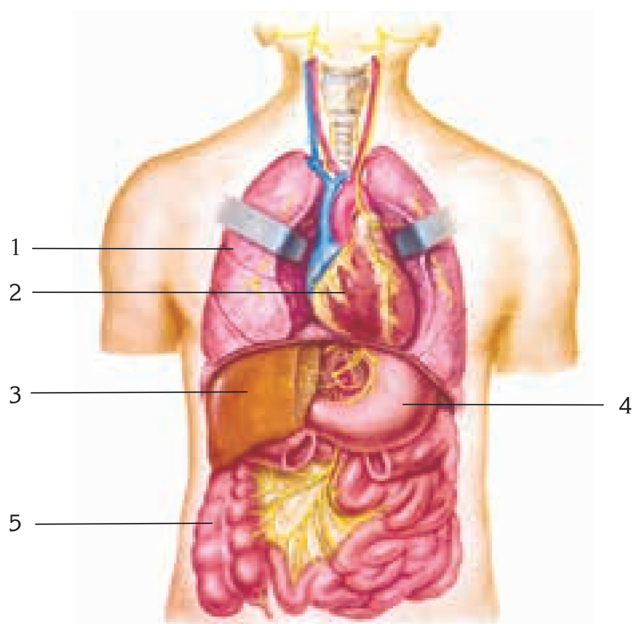


Fig. 30. Nervul cranian X: 1. plămân; 2. inimă; 3. ficat; 4. stomac; 5. colon.

rădăcini: una bulbară, cu originea în nucleul ambiguu, și una spinală, cu originea în cornul anterior al măduvei cervicale. Distribuție: prin ramura internă care pătrunde în nervii vagi, fibrele ajung la mușchii laringelui, iar prin ramura externă, ajung la mușchii sternocleidomastoidian și trapez (fig. 31).

Perechea XII de nervi cranieni — *nervii hipogloși* — sunt nervi motori. Au originea reală în nucleul motor al nervului situat în bulb. Originea aparentă se găsește în șanțul preolivar. Inervează musculatura limbii (vezi fig. 31).

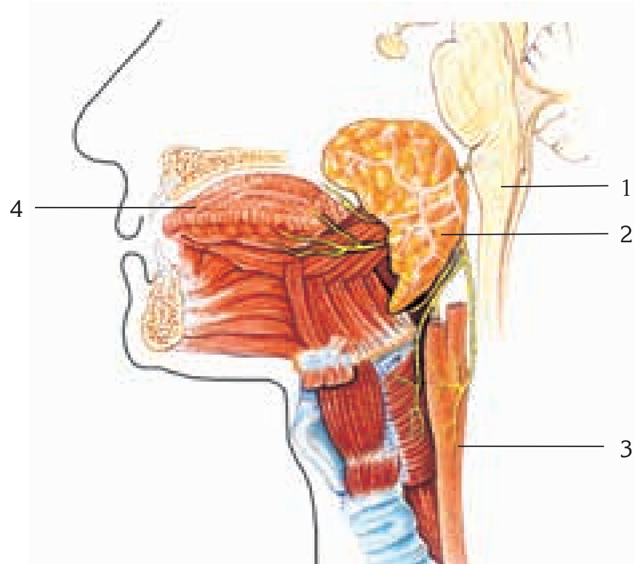


Fig. 29. Nervul cranian IX: 1. bulb; 2. parotidă; 3. artera carotidă; 4. limba.

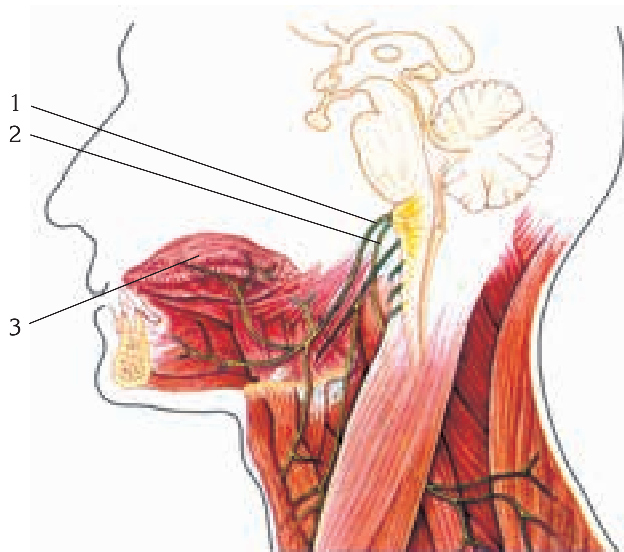


Fig. 31. Nervii cranieni XI, XII: 1. nerv hipoglos; 2. nerv accesor; 3. limba.

CUVINTE CHEIE

nerv olfactiv, nerv optic, nerv oculomotor, nerv trohlear, nerv trigemen, nerv abducens, nerv facial, nerv vestibulocohlear, nerv glosofaringian, nerv vag, nerv accesor, nerv hipoglos

Cerebelul

Cerebelul ocupă fosa posterioară a craniului, fiind separat de emisferele cerebrale prin cortul cerebelului, excrescență a durei mater cerebrale. Este situat înapoia bulbului și a punții, cu care delimitează cavitatea ventriculului IV. Are forma unui fluture, prezentând o porțiune mediană, *vermisul,* și două porțiuni laterale, voluminoase, numite *emisfere cerebeloase.*

Cerebelul este legat de bulb, punte și mezencefal prin pedunculii cerebeloși inferiori, mijlocii și superiori. Acești pedunculi conțin fibre aferente și eferente; cei mijlocii conțin numai fibre aferente.

Suprafața cerebelului este brăzdată de șanțuri paralele, cu diferite adâncimi. Unele sunt numeroase și superficiale, delimitând lamelele (foliile) cerebeloase, altele, mai adânci, care delimitează lobulii cerebelului, iar altele foarte adânci, în număr de două, care delimitează *lobii cerebelului.* Lobii sunt: anterior (paleocerebel), posterior (neocerebel) și floculonodular (arhicerebel) (fig. 32).

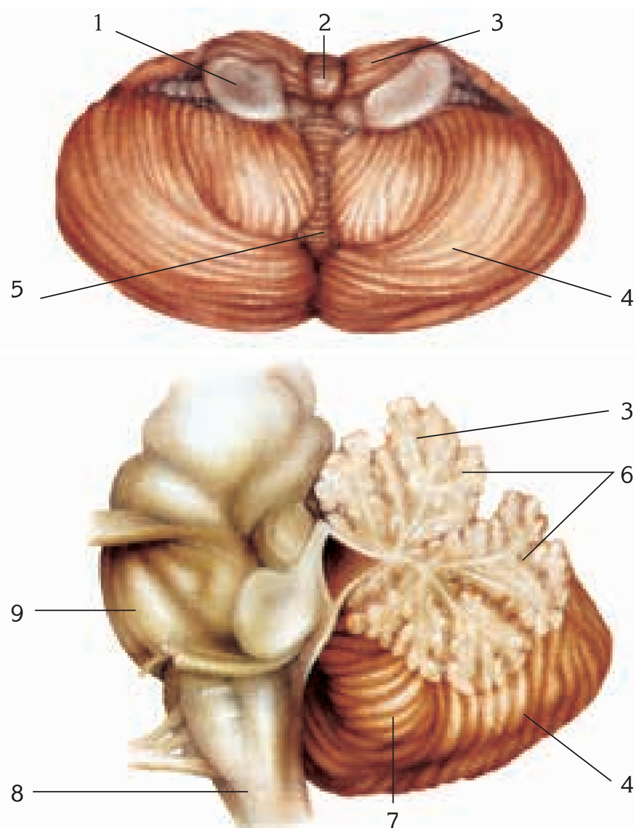


Fig. 32. Lobulația cerebelului: 1. peduncul cerebelos mijlociu; 2. vermis superior; 3. lob anterior; 4. lob posterior; 5. vermis inferior; 6. arborele vieții; 7. lob floculonodular; 8. bulb rahidian; 9. punte.

La exterior, se află un strat de substanță cenușie, care formează scoarța cerebelului. Scoarța cerebeloasă înconjoară substanța albă centrală, care trimite prelungiri în interior, dând, în ansamblu, aspectul unei coroane de arbore, de unde și numele de *arborele vieții.* În interiorul masei de substanță albă se găsesc zone de substanță cenușie, care formează nucleii cerebelului.

Extirparea cerebelului produce astenie (scăderea forței voluntare), astazie (tulburări ale ortostatismului) și atonie (diminuarea tonusului muscular).

După câteva luni tulburările se atenuează prin compensare corticală.

Diencefalul

Diencefalul (fig. 33) cuprinde: talamusul – releu (întrerupere sinaptică) pentru toate sensibilitățile, cu excepția celor olfactive, vizuale și auditive; metatalamusul,

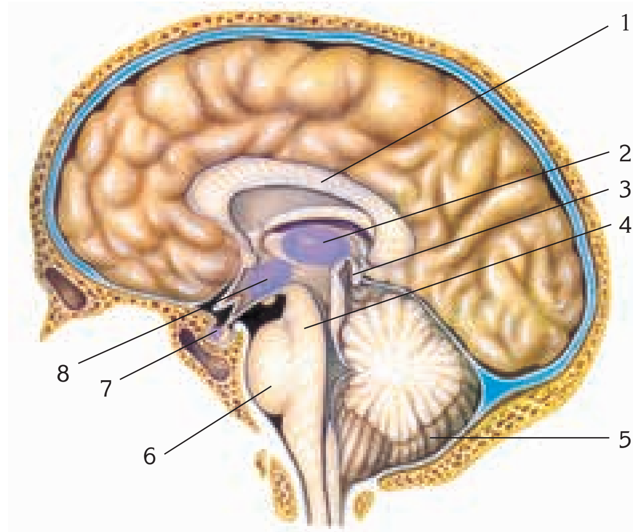


Fig. 33. Diencefalul: 1. corpul calos; 2. talamus; 3. epifiza (glanda pineală); 4. mezencefal; 5. cerebel; 6. puntea; 7. hipofiza (glanda pituitară); 8. hipotalamus.

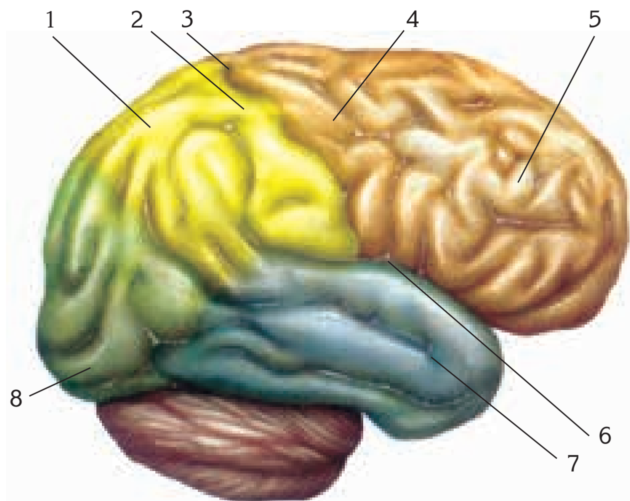


Fig. 34. Fața laterală: 1. lobul parietal; 2. gir postcentral; 3. șanțul central Rolando; 4. gir precentral; 5. lob frontal; 6. fisura laterală Sylvius; 7. lob temporal; 8. lob occipital.

re-leu al sensibilităților vizuală și auditivă; hipotalamusul - centru superior de integrare, reglare și coordonare ale principalelor funcții ale organismului, printre care metabolismul intermediar, secreția endocrină, termo-re-glarea, digestia prin centrii foamei, setei și sațietății, unele acte comportamentale, ritmul somnveghe ș.a.; epitalamusul care include epifiza.

Emisferele cerebrale

Emisferele cerebrale prezintă partea cea mai voluminoasă a sistemului nervos central. Sunt legate între ele prin comisurile creierului și în interior conțin ventriculii laterali, I și II. Activitatea mai complexă a membrului superior drept, precum și localizarea centrului vorbirii în emisfera stângă determină asimetria de volum, emisfera stângă fiind mai dezvoltată la dreptaci.

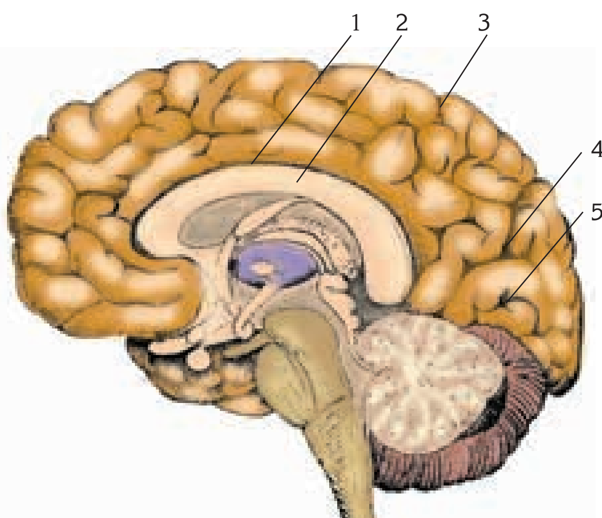


Fig. 35. Fața medială: 1. șanțul corpului calos; 2. corp calos; 3. șanțul central Rolando; 4. șanțul parieto-occipital; 5. scizura calcarină.

Emisferele cerebrale prezintă trei fețe: laterală, medială și inferioară (bazală).

Pe *fața laterală* (fig. 34) se observă două șanțuri mai adânci: fisura laterală a lui Sylvius și șanțul central Rolando. Aceste șanțuri delimitează patru lobi: lobul frontal, situat înaintea șanțului central; lobul parietal, deasupra scizurii laterale; lobul temporal, sub fisura laterală; lobul occipital, situat în partea posterioară.

Șanțurile mai puțin adânci împart lobii în giri.

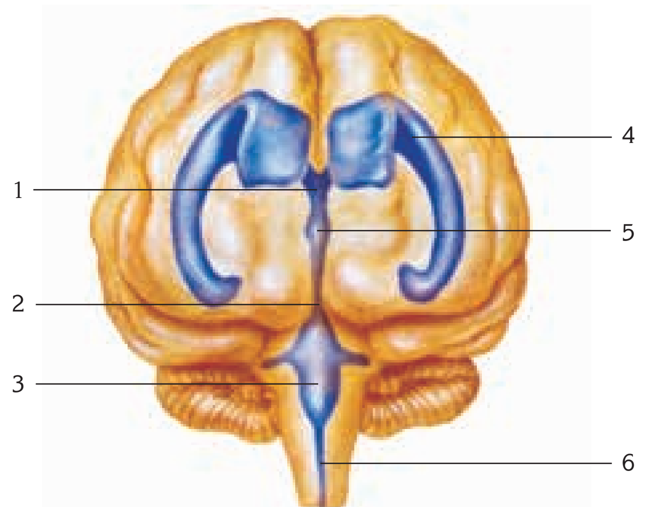


Fig. 36. Ventriculii creierului: 1. orificiu interventricular; 2. apeduct mezencefalic (Sylvius); 3. ventriculul IV; 4. ventricul lateral; 5. ventriculul III; 6. canal medular central (ependimar).

Pe *fața medială*, se observă șanțul corpului calos. În partea posterioară se află scizura calcarină, care este un șanț orizontal (fig. 35).

Pe *fața bazală* începe fisura laterală a lui Sylvius, care împarte această față în lob orbital, situat anterior de fisura laterală, și lob temporo-occipital, situat posterior de fisura laterală. La nivelul lobului orbital se remarcă un șanț cu direcție antero-posterioară, șanțul olfactiv, care adăpostește bulbul olfactiv (fig. 36).

Lateral de șanțul olfactiv se află șanțurile orbitare, dispuse sub forma literei „H“, între care se delimitează girii orbitali.

Lobul temporo-occipital prezintă șanțul hipocampului, șanțul colateral și șanțul occipito-temporal. Între acestea, se delimitează trei giri: girul hipocampic și girii occipito-temporal medial și lateral.

Ca și la cerebel, substanța cenușie este dispusă la suprafață, formând scoarța cerebrală, și, în profunzime, formând nucleii bazali (corpii striați). Substanța albă înconjoară ventriculii cerebrali I și II.

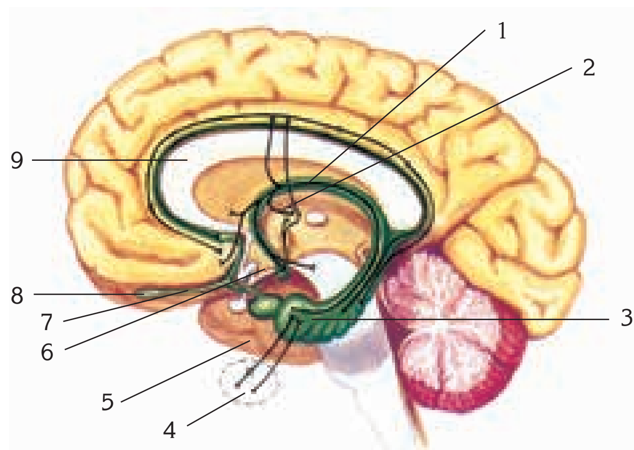


Fig. 37. Sistemul limbic: 1. fornix (trigonul cerebral); 2. nucleu talamic; 3. hipocamp; 4. cortexul emisferei cerebrale stângi; 5. cortexul emisferei cerebrale drepte; 6. hipotalamus; 7. tract olfactiv; 8. bulb olfactiv; 9. corpul calos.

Corpii striați (nucleii bazali) reprezintă nuclei importanți ai sistemului extrapiramidal și sunt situați deasupra și lateral de talamus.

Scoarța cerebrală

Reprezintă etajul superior de integrare a activității sistemului nervos.

Substanța albă a emisferelor cerebrale este formată din fibre de proiecție, comisurale și de asociație. Fibrele de proiecție unesc în ambele sensuri scoarța cu centrii subiacenți. Fibrele comisurale unesc cele două emisfere, formând corpul calos, fornixul (trigonul cerebral) și comisura albă anterioară. Fibrele de asociație leagă regiuni din aceeași emisferă cerebrală.

După cum știți, scoarța cerebrală cuprinde paleocortexul și neocortexul.

Paleocortexul, inclus în sistemul limbic, conține două straturi celulare și are conexiuni întinse cu analizatorul olfactiv, hipotalamusul, talamusul, epitalamusul și mai puțin cu neocortexul.

Cele mai importante componente ale sistemului limbic sunt calea olfactivă, formată din nervii olfactivi, și hipocampul.

Paleocortexul (fig. 37) ocupă o zonă restrânsă pe fața medială a emisferelor cerebrale. Este alcătuit numai din două straturi celulare și este sediul proceselor psihice afectiv-emoționale și al actelor de comportament instinctiv.

Neocortexul, alcătuit din șase straturi celulare, reprezintă sediul proceselor psihice superioare — activitatea nervoasă superioară — ANS. Curent, prin aceasta se înțeleg procesele care stau la baza memoriei, învățării, gândirii, creației etc.

Funcțiile neocortexului se grupează în: senzitive, asociative și motorii.

- *Funcțiile senzitive* se realizează prin segmentele corticale ale analizatorilor.
- *Funcțiile asociative* realizează percepția complexă a lumii înconjurătoare și semnificația diferitelor senzații.
- *Funcțiile motorii.* Emisferele cerebrale controlează întreaga activitate motorie somatică, voluntară și involuntară. Principalele structuri implicate în acest control sunt cortexul motor și nucleii bazali (corpii striați).

Reflexele necondiționate și condiționate

Reflexul necondiționat este înnăscut și este caracteristic speciei (ex. reflexul alimentar, reflexul de apărare).

Reflexul condiționat este un răspuns „învățat” pe care centrii nervoși îl dau unui stimul inițial indiferent (fără importanță biologică). La apariția unui semnal absolut (cu importanță biologică), animalul de experiență răspunde printr-un reflex necondiționat. La un semnal indiferent, animalul nu dă nici un răspuns sau are o reacție de orientare. I.P. Pavlov a descoperit posibilitatea încărcării excitanților indiferenți cu semnificații noi și transformarea lor în stimuli condiționali, prin:

- asociere — la administrarea unui stimul absolut (hrana) să se asocieze un stimul indiferent (sonor sau luminos);
- precesiune — stimulul indiferent să preceadă excitantul absolut;
- dominanță — animalul să fie flămând, astfel încât instinctul alimentar să fie dominant în timpul asocierii stimulilor;
- repetare — pentru formarea unui reflex condiționat sunt necesare 10 până la 30 de ședințe de elaborare.

Pavlov a explicat mecanismul elaborării RC pe baza apariției unor conexiuni între centrii corticali ai analizatorilor vizual sau auditiv și ariile corticale vegetative stimulate de excitantul absolut.

Reflexele condiționate, spre deosebire de cele înnăscute, se închid la nivel cortical. Ele se sting dacă stimulul condițional nu este întărit din timp în timp prin cel absolut (inhibiție corticală).

Pavlov a arătat că la baza tuturor activităților nervoase stau două procese: excitația și inhibiția.

Excitația este procesul nervos activ care se manifestă prin inițierea unei activități sau amplificarea uneia preexistente.

Inhibiția este tot un proces activ care se manifestă prin diminuarea sau sistarea unei activități anterioare. Există inhibiție externă — necondiționată (supraliminară — de protecție și prin inducție negativă), determinată de stimuli din afara focarului cortical activ, și inhibiție internă — condiționată (de stingere, de întârziere și de diferențiere), care apare chiar în interiorul focarului cortical activ și este specifică scoarței cerebrale.

Ambele procese sunt extrem de mobile, putând iradia pe o suprafață corticală sau să se concentreze într-o zonă limitată.

Termen	Explicitare
Sistem nervos central (SNC)	Encefal și măduva spinării
Sistem nervos periferic (SNP)	Nervi, ganglioni și plexuri
Neuron de asociație (interneuron)	Neuron multipolar localizat în întregime în SNC
Neuron senzitiv (neuron aferent)	Neuron care transmite impulsuri de la receptori la SNC
Neuron motor (neuron eferent)	Neuron care transmite impulsuri de la SNC la un organ efector
Nerv	Asociere de fibre nervoase înconjurate de țesut conjunctiv; poate fi senzitiv, motor sau mixt
Nerv motor somatic	Nerv care stimulează contracția mușchilor scheletici
Nerv motor vegetativ	Nerv care reglează contracția musculaturii netede, a miocardului și secreția glandulară
Ganglion	Grup de corpi neuronali localizat în afara SNC
Nucleu	Grup de corpi neuronali localizați în SNC
Tract	Grup de fibre nervoase care leagă părți ale SNC

Sistemul nervos vegetativ

Centrii nervoși vegetativi și legătura lor cu efectorii

Centrii nervoși situați intranevraxial și extranevraxial, aflați în relație cu organele a căror activitate o controlează, formează sistemul nervos vegetativ. În cadrul sistemului nervos vegetativ deosebim, structural și funcțional, un sistem nervos simpatic și unul parasimpatic. Cele mai multe organe primesc o inervație vegetativă dublă și antagonică. În alte organe, simpaticul și parasimpaticul exercită efecte de același tip, dar aceste efecte sunt diferite, cantitativ și calitativ. Există, de asemenea, organe asupra cărora numai unul dintre sisteme are efect.

La baza activității sistemului nervos vegetativ stă reflexul, care se desfășoară pe baza arcului reflex vegetativ. Calea aferentă a arcului nervos vegetativ este asemănătoare cu aceea de la arcul reflex somatic. Neuronul viscero-aferent își are originea în ganglionii spinali sau în ganglionii extranevraxiali atașați nervilor cranieni. Dendrita lor ajunge la receptorii din organe sau vase (baroreceptori, presoreceptori, chemoreceptori), iar axonul pătrunde în nevrax, intrând în legătură cu centrul vegetativ (simpatic sau parasimpatic).

Calea eferentă a reflexului vegetativ se deosebește fundamental de cea a reflexului somatic datorită existenței unor ganglioni vegetativi latero-vertebrali, în cazul sistemului simpatic, sau juxtaviscerali și intramurali, în cazul sistemului parasimpatic. La nivelul ganglionilor, are loc sinapsa între axonul neuronului vegetativ preganglionar, prevăzut cu teacă de mielină, și neuronul vegetativ postganglionar, al cărui axon nu are teacă de mielină. Axonul neuronului postganglionar formează fibra postganglionară, care ajunge la organul efector vegetativ (mușchi neted sau glandă). Sistemul nervos vegetativ formează, la nivelul

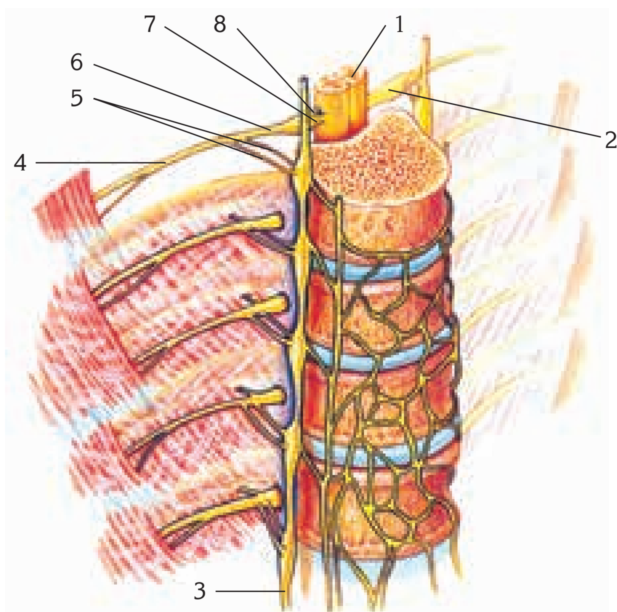


Fig. 38. Componentele nervului spinal: 1. măduva spinării; 2. ganglion spinal; 3. lanț ganglionar paravertebral; 4. nerv spinal; 5. ramuri comunicante; 6. trunchiul nervului spinal; 7. rădăcina anterioară; 8. rădăcina posterioară.

diferitelor viscere, plexuri vegetative mixte, simpatico-parasimpatice.

Centrii sistemului simpatic se află în coarnele laterale ale măduvei toracale și lombare superioare. Centrii sistemului parasimpatic sunt situați atât în nucleii parasimpatici din trunchiul cerebral, cât și în măduva sacrală S2–S4, unde se descrie nucleul parasimpatic pelvian.

Căile sistemului nervos vegetativ

Simpaticul își are căile lui proprii, reprezentate de lanțurile simpatice paravertebrale (latero-vertebrale). Parasimpaticul cranian folosește calea unor nervi cranieni, III, VII, IX, X, iar parasimpaticul sacral pe cea a nervilor pelvici.

Lanțurile simpatice paravertebrale (latero-vertebrale) sunt două lanțuri de ganglioni situați de-o parte și de alta a coloanei vertebrale. Ganglionii latero-vertebrali sunt legați și cu nervii spinali prin ramuri comunicante.

În cazul sistemului simpatic, sinapsa între fibrele pre- și postganglionară are loc în ganglionii latero-vertebrali, aparținând lanțurilor paravertebrale. Deoarece acești ganglioni sunt foarte aproape de măduvă, fibrele preganglionară este scurtă, în timp ce fibra postganglionară este lungă.

În cazul sistemului parasimpatic, sinapsa între fibra preganglionară și cea postganglionară se face în ganglionii juxtaviscerali (aproape de viscer) sau intramurali (aflați chiar în peretele organului), cum sunt plexurile din pereții tubului digestiv.

În cazul parasimpaticului, fibra preganglionară este lungă, în timp ce fibra postganglionară este scurtă, fiind foarte aproape de organul respectiv.

La ambele sisteme, între fibra preganglionară și cea postganglionară se eliberează același mediator chimic: acetilcolina.

La sistemul simpatic, la capătul periferic al fibrei postganglionare, acolo unde aceasta ia contact cu organul efector, se eliberează noradrenalina, iar în cazul parasimpaticului, acetilcolina.

Prin controlul asupra miocardului, musculaturii netede și glandelor, SNV coordonează activitatea viscerelor și a vaselor sangvine. Este vorba, așadar, despre efectori care nu sunt, în mod obișnuit, sub control voluntar.

Arcul reflex vegetativ are aceleași componente cu cel somatic; diferența constă în modul în care este alcătuită calea eferentă.

Aceasta cuprinde doi neuroni. Primul are corpul neuronal situat în substanța cenușie medulară sau cerebrală, iar axonul său face sinapsă cu cel de al doilea neuron într-un ganglion vegetativ. Primul neuron se numește preganglionar, iar cel de al doilea — postganglionar.

Originea fibrelor preganglionare și localizarea ganglionilor vegetativi ajută la diferențierea celor două componente ale SNV: simpatică și parasimpatică.

Comparație între SNV simpatic și cel parasimpatic

Caracteristica	SNV simpatic	SNV parasimpatic
Originea fibrelor preganglionare	Zonele toracică și lombară ale măduvei spinării	Trunchi cerebral și zona sacrală a măduvei spinării
Localizarea ganglionilor	Lanțurile para- și prevertebrale	Ganglioni terminali în interiorul (intramurali) sau în apropierea efectorilor (juxtaviscerali)
Distribuția fibrelor postganglionare	În întregul organism	Limitată, în principal, la cap și viscere

Componenta simpatică activează organismul pentru luptă și apărare, mai ales prin eliberarea de noradrenalină din fibrele postganglionare și de adrenalină din medulosuprarenală. Componenta parasimpatică produce, cel mai adesea, efecte antagoniste simpaticului, prin eliberarea din fibrele postganglionare a acetilcolinei. Acțiunile celor două componente trebuie echilibrate pentru menținerea homeostaziei.

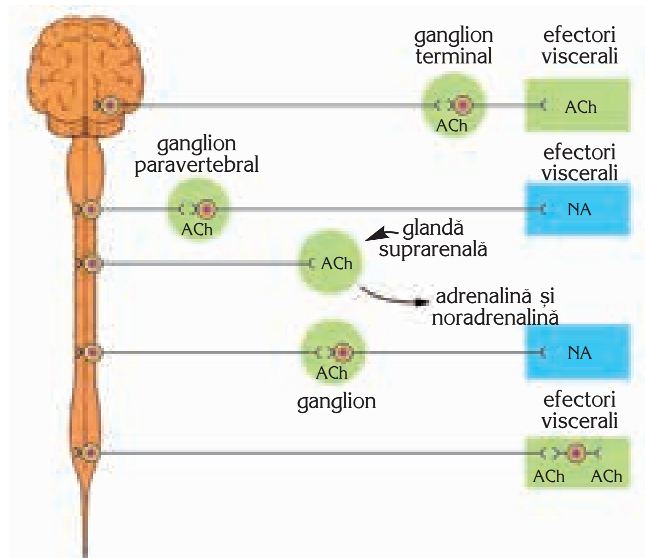


Fig. 39. Neurotransmițătorii SNV:
– sinapsele care folosesc noradrenalină NA (norepinefrină) și/sau adrenalină (epinefrină) se numesc adrenergice;
– sinapsele care folosesc acetilcolina Ach se numesc colinergice.

Există și un număr foarte mic de fibre postganglionare simpatice care eliberează acetilcolină (Ach).

Există și fibre postganglionare care nu eliberează nici Ach, nici noradrenalină; acestea au sinapse noncolinergice, nonadrenergice, eliberând alte substanțe, precum monoxidul de azot (fig. 39).

Majoritatea viscerelor sunt prevăzute cu inervație dublă, simpatică și parasimpatică, situație în care cele două sisteme pot acționa antagonist (de exemplu, reglarea diametrului pupilar), complementar (de exemplu, reglarea secreției salivare) sau cooperant (de exemplu, la nivelul aparatului reproducător sau în micțiune) (vezi fig. 41).

Există și câteva organe care nu sunt prevăzute cu inervație parasimpatică: medulosuprarenale, glandele sudoripare, mușchii erectori ai firelor de păr sau majoritatea vaselor sangvine. În acest caz, reglarea activității se face prin creșterea sau scăderea ratei de stimulare simpatică a structurii respective.

Sistemul simpatoadrenal intervine, de asemenea, și în termoreglare.

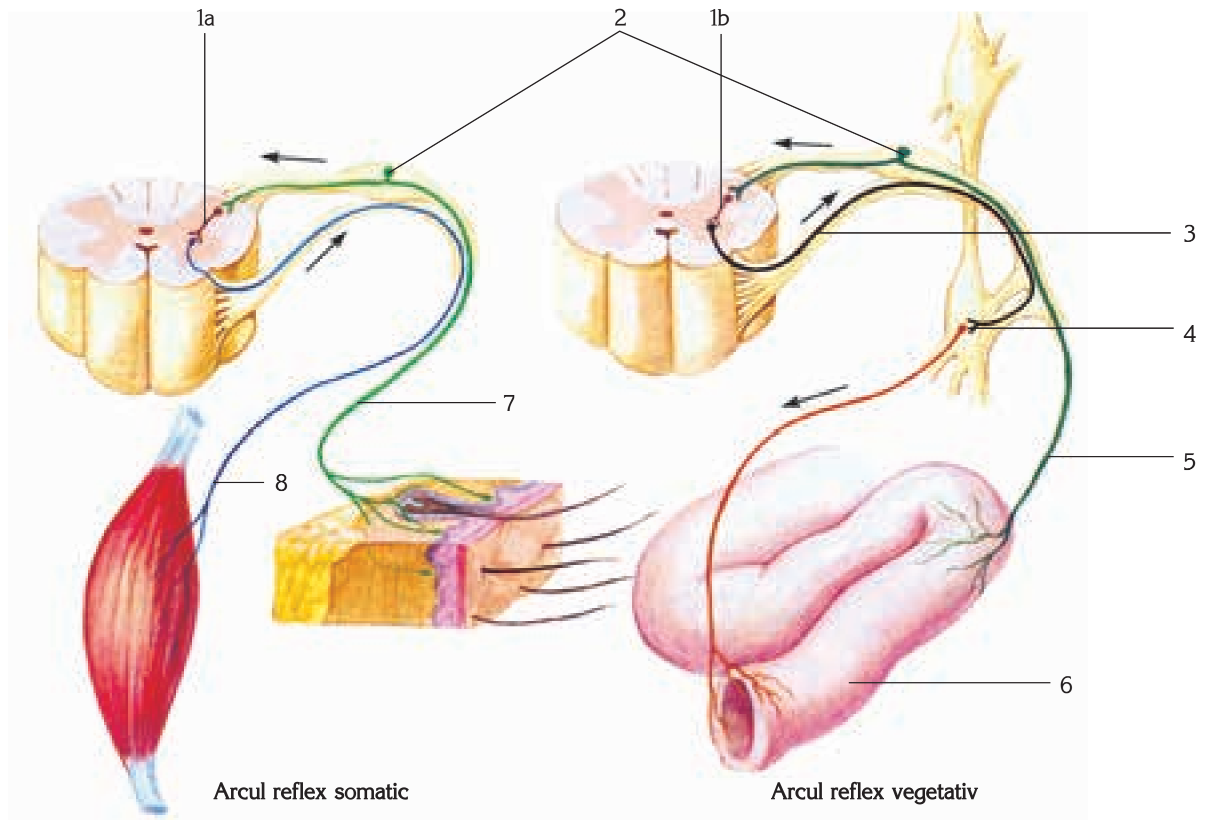


Fig. 40. Comparație între arcurile reflexe somatice și cele vegetative: 1 a. neuron de asociație; 1 b. neuron de asociație (între axonii neuronilor viscerosenzitivi din ½ posterioară a cornului lateral și dendritele neuronilor visceromotori din ½ anterioară); 2. ganglion al rădăcinii posterioare; 3. neuron preganglionar; 4. ganglion vegetativ; 5. neuron senzitiv; 6. viscere; 7. neuron senzitiv; 8. neuron motor.

Efectele stimulării SNV asupra diferitelor organe

Organul efector	Efectul stimulării simpatice	Efectul stimulării parasimpatice
Ochi Iris (mușchi dilatator pupilar) Iris (mușchi constrictor pupilar) Mușchi ciliar	 Dilatarea pupilei (midriază) Nu are efect Relaxare (pentru vederea la distanță)	 Nu are efect Constricția pupilei (mioză) Contracție (pentru vederea de aproape)
Glande Lacrimală Sudoripară Salivare Gastrice Intestinale Medulosuprarenală	 ↓ secreția + secreția ↓ secreția — determină secreție salivară vâscoasă ↓ secreția Nu are efect + secreția hormonală	 + secreția + secreția la nivel palmar ↑ secreția — determină secreție salivară apoasă + secreția + secreția Nu are efect
Cord Frecvență Conducere Forță de contracție	 ↑ ↑ ↑	 ↓ ↓ Nu are efect
Vase sangvine	În principal, vasoconstricție; afectează majoritatea vaselor (arteriole din tegument, viscere și parțial din mușchii striați)	Dilatație în câteva teritorii vasculare
Plămâni Arbore bronșic Glande mucoase	 Dilatație - secreția	 Constricție + secreția
Tract gastrointestinal Motilitate Sfinctere	 - mișcarea + închiderea	 + mișcarea relaxează sfincterele (de cele mai multe ori)
Ficat	+ glicogenoliza	Nu are efect
Pancreas	- secreția exocrină	+ secreția exocrină
Splină	+ contracția	Nu are efect
Tract urinar	reduce debitul urinar și secreția de renină; determină contracția sfincterului vezical intern	contractă mușchiul detrusor vezical; relaxează sfincterul vezical intern

Legendă: - inhibă; + stimulează; ↓ scade; ↑ crește.

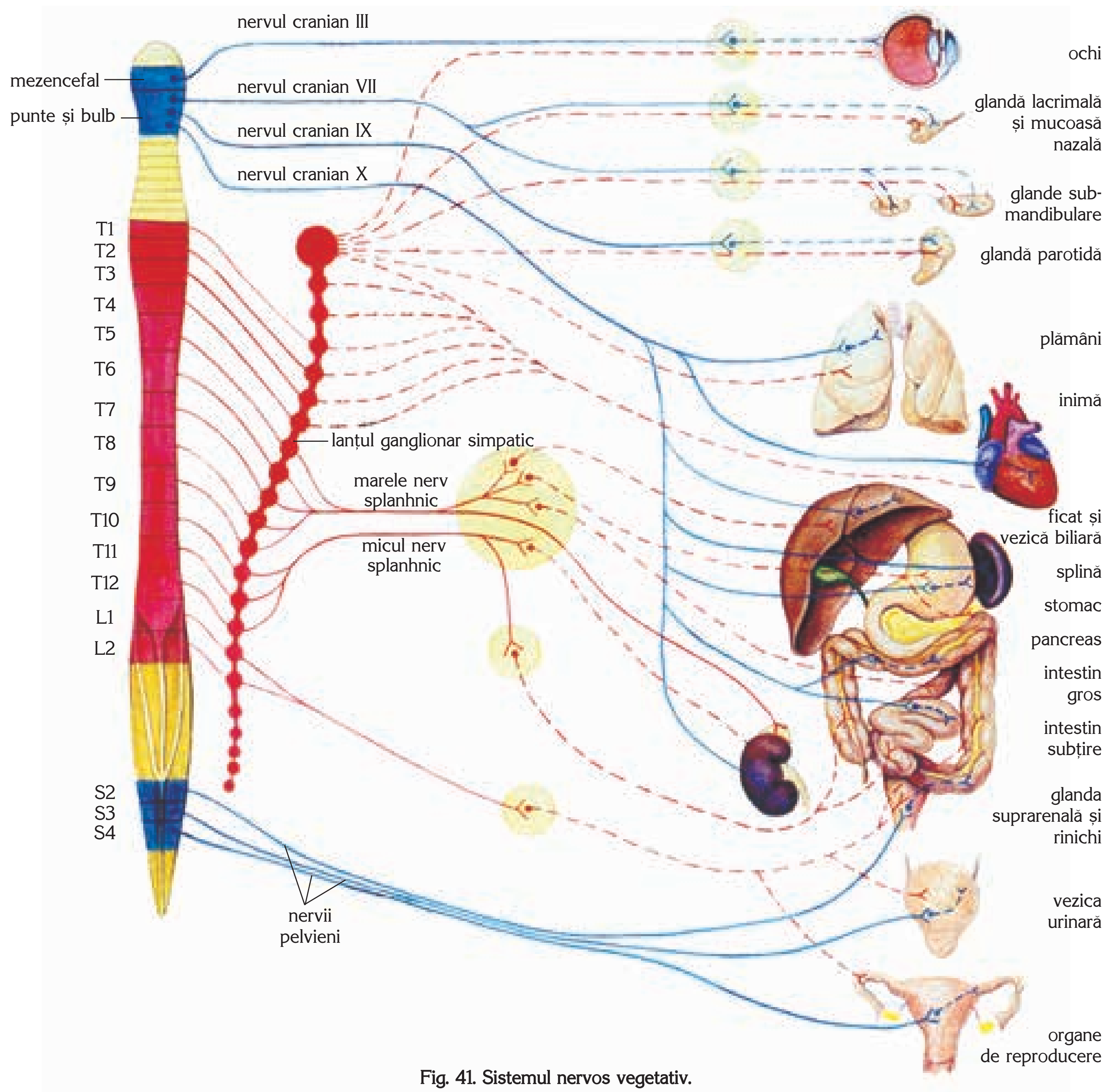


Fig. 41. Sistemul nervos vegetativ.

2. Analizatorii

Analizatorii sunt sisteme morfofuncționale prin intermediul cărora, la nivel cortical, se realizează analiza cantitativă și calitativă a stimulilor din mediul extern și intern, care acționează asupra receptorilor.

Excitațiile propagate pe căile senzitive determină, în ariile corticale, formarea de senzații.

Fiecare analizator este alcătuit din trei segmente: periferic, intermediar și central.

Segmentul periferic (receptorul) este o formațiune specializată, care poate percepe o anumită formă de energie din mediul extern sau intern, sub formă de stimuli.

Segmentul intermediar (de conducere) este format din căile nervoase prin care impulsul nervos este transmis la scoarța cerebrală. Căile ascendente sunt directe și indirecte.

Pe calea directă, cu sinapse puține, impulsurile sunt conduse rapid și proiectate într-o arie corticală specifică fiecărui analizator, iar pe calea indirectă (sistemul reticular ascendent activator), impulsurile sunt conduse lent și proiectate cortical, în mod difuz și nespecific.

Segmentul central este reprezentat de aria din scoarța cerebrală la care ajunge calea de conducere și la nivelul căreia impulsurile sunt transformate în senzații specifice.

Analizatorul cutanat

Pielea

Pielea este un imens câmp receptor, datorită numeroaselor și variatelor terminații ale analizatorului cutanat care informează centrii nervoși superiori asupra proprietăților și fenomenelor cu care organismul vine în contact.

În piele se găsesc receptorii tactili, termici, dureroși, de presiune și pentru vibrații.

Pielea constituie învelișul protector și sensibil al organismului și se continuă, la nivelul orificiilor naturale ale organismului, cu mucoasele. Este alcătuită, de la suprafață spre profunzime, din trei straturi: epidermul, aflat în contact direct cu mediul extern, dermul și hipodermul sau țesutul subcutanat (fig. 42).

Epidermul este un epiteliu pluristratificat keratinizat. Profund, prezintă stratul germinativ, iar superficial, stratul cornos.

În epiderm nu pătrund vase, acesta fiind hrănit prin osmoză din lichidul intercelular. Epidermul conține, însă, terminații nervoase libere.

Dermul este o pătură conjunctivă densă, în care se găsesc vase de sânge și limfatice, terminații nervoase și anexe cutanate (firele de păr și canalele glandelor exocrine). Este format dintr-un strat spre epiderm, numit dermul papilar, și un strat spre hipoderm, numit dermul reticular.

În stratul papilar se află papilele dermice, care sunt niște ridicături tronconice. Pe suprafața degetelor, papilele sunt mai evidente și formează niște proeminențe numite creste papilare, a căror întipărire dă amprentele, cu importanță în medicina legală și în criminalistică.

Stratul reticular este constituit din fibre de colagen și fibre elastice formând fascicule groase. Elementele celulare sunt relativ rare.

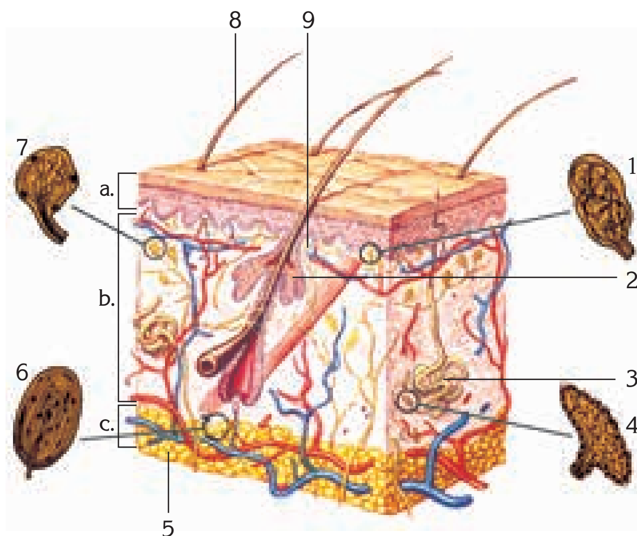


Fig. 42. Pielea și receptorii cutanați: a. epiderm; b. derm; c. hipoderm; 1. corpuscul Meissner; 2. glande sebacee; 3. glande sudoripare; 4. corpuscul Ruffini; 5. țesut adipos; 6. corpuscul Vater-Pacini; 7. corpuscul Krause; 8. fir de păr; 9. terminație nervoasă liberă.

Hipodermul este alcătuit din țesut conjunctiv lax, cu un număr variabil de celule adipoase. În hipoderm se află bulbii firului de păr, glomerulii glandelor sudoripare și corpusculii Vater-Pacini.

Receptorii cutanați

În piele există terminații libere și încapsulate.

Terminațiile libere sunt arborizații dendritice ale neuronilor senzitivi din ganglionii spinali, distribuite printre celulele epidermului.

Există fibre nervoase care se termină sub forma unui coșuleț în jurul unor celule epiteliale și care constituie discurile tactile Merkel, care recepționează stimulii tactili.

Terminațiile încapsulate. În hipoderm se găsesc corpusculii pentru sensibilitatea tactilă, corpusculii Vater-Pacini, cei mai mari corpusculi.

În derm se găsesc corpusculii Meissner, Krause și Ruffini pentru sensibilitatea tactilă.

Corpusculii Ruffini sunt considerați și receptori pentru cald , iar corpusculii Krause - pentru rece.

Pielea este sediul receptorilor pentru mai multe tipuri de sensibilități. Ei reprezintă segmentele periferice a cel puțin trei tipuri de analizatori: tactil, termic și dureros.

Receptorii tactili fac parte din categoria mecanoreceptorilor, fiind stimulați de deformări mecanice. Sunt localizați în derm și sunt mai numeroși în tegu mentele fără păr. Prin intermediul acestor receptori se pot genera senzații tactile, de presiune sau vibratorii. Cei cu localizare în partea superioară a dermului recepționează atingerea (corpusculi Meissner, discurile Merkel), iar cei situați mai profund, presiunea (corpusculii Ruffini).

Tot în profunzime se află corpusculii Pacini, care se adaptează foarte rapid și recepționează vibrațiile. Lor li se adaugă terminațiile nervoase libere, care pot detecta atingerea și presiunea. Corpusculii Golgi-Mazzoni sunt o varietate a corpusculilor Vater-Pacini, mai mici, localizați în hipodermul pulpei degetelor.

Receptorii termici sunt terminații nervoase libere, cu diametrul mic și nemielinizate. Există două tipuri: cei care trimit impulsuri atunci când temperatura tegumentului scade — receptori pentru rece — și cei care trimit impulsuri atunci când temperatura cutanată crește — receptori pentru cald. Receptorii pentru rece îi depășesc numeric pe cei pentru cald. Temperaturile extreme stimulează și receptorii pentru durere (algoreceptori).

Receptorii pentru durere sunt, în principal, terminații nervoase libere, însă toți receptorii cutanați pot transmite impulsuri care pot fi interpretate ca durere dacă sunt stimulați excesiv. Receptorii pentru durere, stimulați de trei categorii de factori — mecanici, termici și chimici —, se adaptează puțin sau deloc în prezența stimulului. Mai mult, persistența stimulului poate duce la creșterea în intensitate a senzației.

Câmpul receptor și acuitatea senzorială

Câmpul receptor al unui neuron implicat în sensibilitatea cutanată este aria tegumentară a cărei stimulare determină modificări în rata de descărcare a neuronului respectiv. Suprafața câmpului receptor este în raport invers proporțional cu densitatea receptorilor din regiune.

Acuitatea tactilă se caracterizează prin pragul de percepere distinctă a două puncte diferite și este distanța minimă la care, prin stimularea a două puncte apropiate, subiectul percepe atingerea fiecăruia dintre ele. Valoarea acesteia variază între 2 mm la vârful limbii și 50 mm în anumite zone de pe toracele posterior.

Cuvinte cheie

epiderm, derm, hipoderm, corpuscul Meissner, corpuscul Ruffini, corpuscul Vater-Pacini, corpuscul Krause, corpuscul Golgi-Mazzoni, discuri Merkel, terminații nervoase libere

*Analizatorul kinestezic

Desfășurarea normală a activității motorii necesită informarea permanentă a sistemului nervos central asupra poziției spațiale a corpului, a diferitelor sale segmente și a gradului de contracție a mușchilor. Aceste informații sunt furnizate de receptorii aparatului vestibular, receptorii vizuali și cutanați, dar și de anumiți receptori specifici care se află în aparatul locomotor

(proprioceptori). Receptorii analizorului kinestezic sunt situați în mușchi, tendoane, articulații, periost, ligamente. Receptorii kinestezici din periost și articulații sunt *corpusculii Vater-Pacini*, identici cu cei din piele. Sunt sensibili la mișcări și modificări de presiune.

Corpusculii neurotendinoși Golgi sunt situați la joncțiunea mușchi-tendon. În corpuscul pătrund 1-3 fibre nervoase, care sunt stimulate de întinderea puternică a tendonului.

Ei monitorizează continuu tensiunea produsă în tendoane și ajută la prevenirea contracției musculare excesive sau a alungirii exagerate a mușchiului.

Terminațiile nervoase libere se ramifică în toată grosimea capsulei articulare și transmit sensibilitatea dureroasă articulară.

Fusurile neuromusculare sunt diseminate printre fibrele musculare striate, care sunt stimulate de tensiunea dezvoltată în timpul contracției musculare. Fusurile neuromusculare sunt formate din 5-10 fibre musculare modificate, numite fibre intrafusale, conținute într-o capsulă conjunctivă și dispuse paralel cu cele extrafusale; porțiunile periferice sunt contractile, iar porțiunea centrală, necontractilă, conține nuclei (fig. 43).

Fusurile au inervație senzitivă și motorie. Inervația senzitivă este asigurată de dendrite ale neuronilor senzitivi din ganglionul spinal (fig. 44).

Inervația motorie este asigurată de axonii neuronilor γ din cornul anterior al măduvei. Acești axoni ajung la partea periferică a fibrelor cu sac nuclear și cu lanț nuclear pe care le contractă, determinând întinderea porțiunii centrale, ceea ce duce la stimularea fibrelor senzitive anulospirale și a celor „în floare”.

Impulsul nervos se transmite neuronului α, ceea ce duce la contracția fibrelor extrafusale, determinând contracția mușchiului.

Impulsurile aferente de la proprioceptori sunt conduse prin două căi:

- pentru sensibilitatea kinestezică (simțul poziției și al mișcării în spațiu), prin fasciculele spinobulbare;

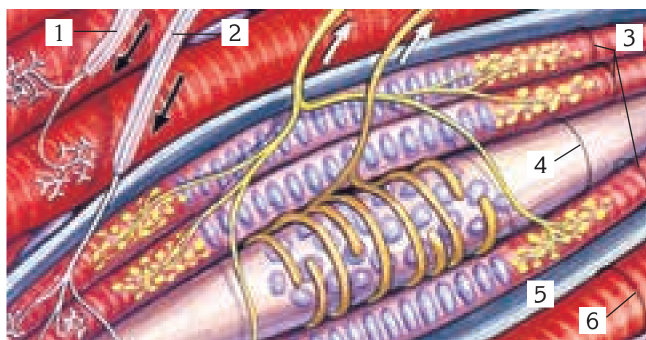


Fig. 43. Fibre intrafusale și extrafusale: 1. motoneuron α; 2. motoneuron γ; 3. fibre intrafusale cu lanț nuclear; 4. fibre intrafusale cu sac nuclear; 5. capsulă conjunctivă; 6. fibre extrafusale.

- pentru sensibilitatea proprioceptivă de reglare a mișcării (simțul tonusului muscular), prin fasciculele spinocerebeloase ventral și dorsal.

Dispunerea în paralel a fibrelor intrafusale face ca întinderea fibrelor extrafusale să determine și întinderea celor intrafusale.

În măduva spinării există două tipuri de motoneuroni care inervează mușchii scheletici: cei care inervează fibrele extrafusale, motoneuronii α, și cei care inervează fibrele intrafusale, numiți motoneuronii γ.

Relaxarea musculară este prevenită prin întinderea și activarea fusurilor, care, la rândul lor, declanșează o contracție reflexă. Acest mecanism produce o întindere și o tensiune musculară de relaxare — tonusul muscular.

Corpusculii Ruffini se află în stratul superficial al capsulei articulare și recepționează poziția și mișcările din articulații.

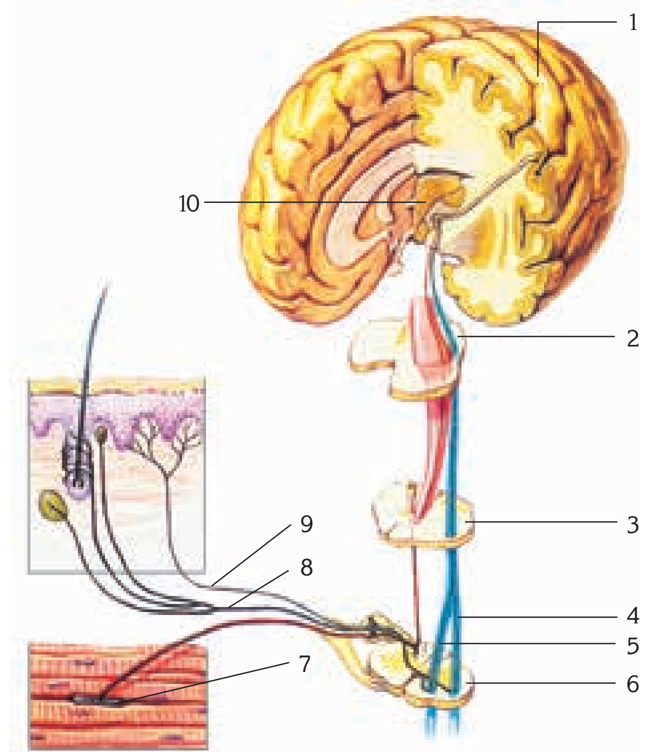


Fig. 44. Căile sensibilității cutanate și kinestezice: 1. girusul postcentral; 2. mezencefal; 3. bulb; 4. tract spinotalamic lateral; 5. tract spinotalamic ventral; 6. măduva spinării; 7. proprioceptor; 8. tact și presiune; 9. durere, cald și rece; 10. talamus.

CUVINTE CHEIE

corpuscul Vater-Pacini, corpuscul Golgi, fusuri neuro-musculare, motoneuron α, motoneuron γ

*Analizatorul olfactiv

Simțul mirosului – olfacția – este slab dezvoltat la om, comparativ cu unele animale. Rolul său principal constă în a depista prezența în aer a unor substanțe mirositoare, eventual nocive, și, împreună cu simțul gustului, de a participa la aprecierea calității alimentelor și la declanșarea secrețiilor digestive.

Receptorii analizatorului olfactiv sunt chemoreceptori care ocupă partea postero-superioară a foselor nazale, fiind reprezentați de celulele bipolare din mucoasa olfactivă care are și rol de prim neuron. Celulele bipolare au o dendrită scurtă și groasă, care se termină cu o veziculă, butonul olfactiv, prevăzută cu cili.

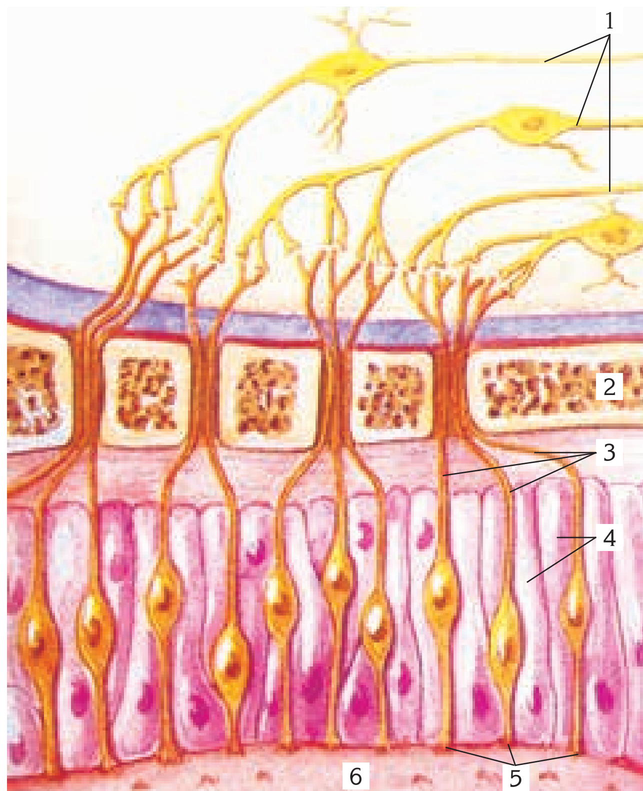


Fig. 45. Receptor olfactiv: 1. fibre nervoase senzoriale; 2. lama ciuruită a osului etmoid; 3. celule receptoare olfactive; 4. epiteliu columnar (celule de susținere); 5. butoni olfactivi cu cili; 6. mucoasă nazală.

Axonii celulelor bipolare (10–20) pleacă de la polul bazal și se înmănunchează pentru a forma nervii olfactivi care străbat lama ciuruită a etmoidului și se termină în bulbul olfactiv, făcând sinapsa cu neuronii multipolari (celulele mitrale) de la acest nivel, care repre-zintă al II-lea neuron al căii olfactive (fig. 45).

Axonii lor formează tractul olfactiv, care în final se proiectează pe fața medială a lobului temporal (aria olfactivă – girul hipocampic și nucleul amigdalian). Calea olfactivă nu are legături directe cu talamusul.

Pentru a putea fi mirosită, o substanță trebuie să fie volatilă și să ajungă în nări, să fie solubilă, astfel încât să poată traversa stratul de mucus și să atingă celulele olfactive. Deși omul poate distinge până la 10 000 de mirosuri diferite, există un număr de aproximativ 50 de mirosuri primare, din a căror combinare, în proporții diferite, poate rezulta întreaga diversitate de senzații olfactive.

Analizatorul gustativ

Simțul gustului are rolul de a informa asupra calității alimentelor introduse în gură, dar intervine și în declanșarea reflexă necondiționată a secreției glandelor digestive.

Receptorii analizatorului gustativ sunt chemoreceptori, reprezentați de muguri gustativi, situați la nivelul papilelor gustative *caliciforme (circumvalate)*, *fungiforme* și *foliate* din mucoasa linguală; papilele *filiforme* nu au muguri gustativi.

Mugurii gustativi au formă ovoidală (fig. 46). În structura lor se găsesc celule senzoriale, care prezintă la polul apical un microvil. La polul bazal al celulelor gustative sosesc terminații nervoase ale nervilor faciali, glosofaringieni și vagi. Protoneuronul căii gustative se află în ganglionii anexați nervilor enumerați, iar al doilea neuron se află în nucleul solitar din bulb. Axonii deutoneuronilor se încrucișează, după care se îndreaptă spre talamus, iar de la acest nivel, impulsurile ajung în aria gustativă, situată în partea inferioară a girului postcentral.

Senzația primară de gust. Identitatea substanțelor chimice specifice care stimulează receptorii pentru gust este încă incomplet cunoscută. Au fost identificați cel puțin 13 posibili sau probabili receptori chimici în celulele gustative.

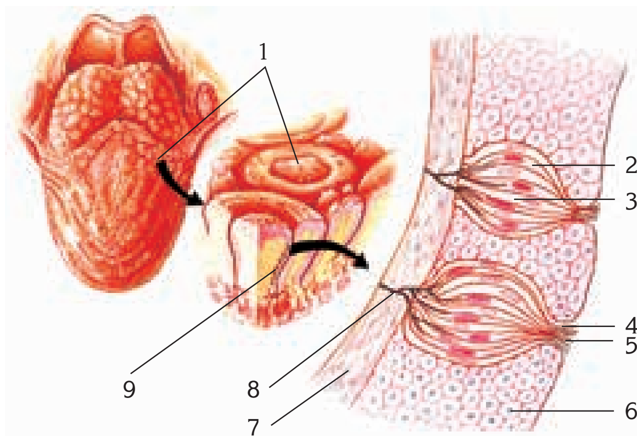


Fig. 46. Receptor gustativ: 1. papile; 2. celulă receptoare gustativă; 3. celulă de susținere; 4. por gustativ; 5. cil gustativ; 6. epiteliu lingual; 7. țesut conjunctiv; 8. fibră nervoasă senzorială; 9. muguri gustativi.

Din punct de vedere practic, pentru analiza gustului, calitățile de percepție au fost împărțite în patru categorii generale, numite senzații gustative primare. Acestea sunt acru, sărat, dulce și amar.

Cei mai mulți dintre mugurii gustativi pot fi stimulați de doi sau mai mulți stimuli gustativi și chiar și de unii stimuli gustativi care nu intră în categoria celor primari, însă de obicei predomină una sau două dintre categoriile descrise.

La contactul dintre substanțele sapide și celulele receptoare ale mugurelui gustativ se produce o depolarizare a acestora, cu apariția potențialului de receptor, astfel: substanțele chimice se leagă de molecule proteice receptoare, care pătrund în membrana microvililor și deschid canale ionice; acestea, odată deschise, permit pătrunderea ionilor de sodiu care vor depolariza celula.

Mugurii gustativi sunt distribuiți pe suprafața limbii, astfel încât se pot delimita zone caracteristice pentru percepția unui anumit tip de gust fundamental (fig. 47).

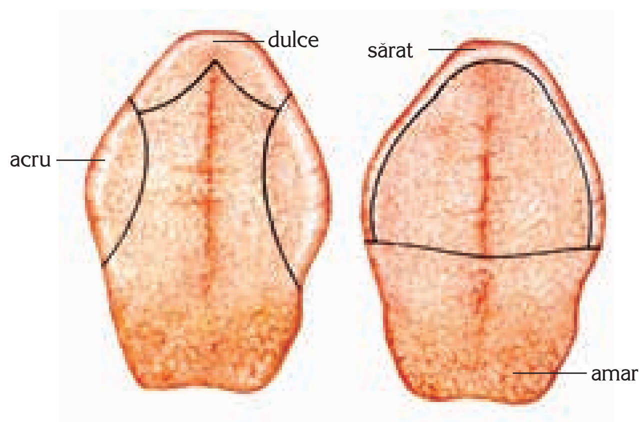


***Fig. 47. Zone de percepție a gustului.**

Cuvinte cheie

bulb olfactiv, buton olfactiv, cil olfactiv, papile caliciforme, papile fungiforme, papile foliate, papile filiforme, mugure gustativ, lamă ciuruită, cil gustativ

Analizatorul vizual

Vederea furnizează peste 90% din informațiile asupra mediului înconjurător, de aceea are o importanță fiziologică considerabilă, nu numai în diferențierea luminozității, formei și culorii obiectelor, dar și în orientarea în spațiu, menținerea echilibrului și a tonusului cortical (atenția).

Globul ocular

Globul ocular (fig. 48), de formă aproximativ sferică, este situat în orbită. Peretele globului ocular este format din trei tunici concentrice — externă, medie și internă — și din medii refringente.

Tunica externă este fibroasă și formată din două porțiuni inegale: posterior se află sclerotica, iar anterior, corneea.

Corneea este transparentă, neavând vase de sânge, dar are în structura sa numeroase fibre nervoase.

Sclerotica, tunică opacă, reprezintă 5/6 din tunica fibroasă. Pe sclerotică se inseră mușchii extrinseci ai globului ocular; posterior este perforată atât de fibrele nervului optic, care părăsește globul ocular, cât și de artera care intră în globul ocular.

Tunica medie, vasculară, prezintă trei segmente care, dinspre posterior spre anterior, sunt: coroida, corpul ciliar și irisul.

Coroida se întinde posterior de ora serrata, care reprezintă limita dintre coroidă și corpul ciliar. În partea sa posterioară, coroida este prevăzută cu un orificiu prin care iese nervul optic.

Corpul ciliar se află imediat înaintea orei serrata și prezintă, în structura sa, procesele ciliare și mușchiul ciliar.

Mușchiul ciliar este format din fibre musculare netede. Fibrele circulare sunt inervate de parasimpatic, iar fibrele radiare sunt inervate de simpatic. Procesele ciliare sunt alcătuite din aglomerări capilare și secretă umoarea apoasă.

Irisul este o diafragmă în fața anterioară a cristalinului; în mijloc, prezintă un orificiu numit pupilă.

Irisul are rolul unei diafragme care permite reglarea cantității de lumină ce sosește la retină.

Tunica internă este reprezentată de retină. Ea este membrana fotosensibilă care realizează recepția și transformarea stimulilor luminoși în influx nervos.

Retina se întinde posterior de ora serrata și prezintă două regiuni importante:

• pata galbenă (macula lutea), situată în dreptul axului vizual. La nivelul ei se găsesc mai multe conuri

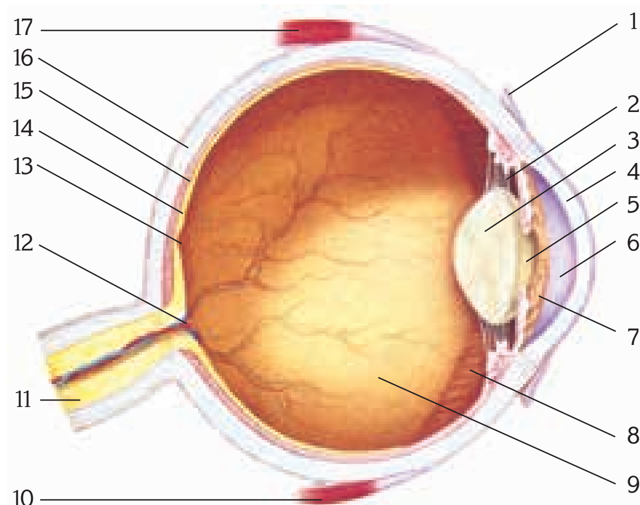


Fig. 48. Ochiul: 1. conjunctivă; 2. camera posterioară; 3. cristalin; 4. cornee; 5. pupilă; 6. camera anterioară; 7. iris; 8. ora serrata; 9. corp vitros; 10. mușchiul drept inferior; 11. nerv optic; 12. pata oarbă; 13. fovea centralis; 14. retină; 15. coroidă; 16. sclerotica; 17. mușchiul drept superior.

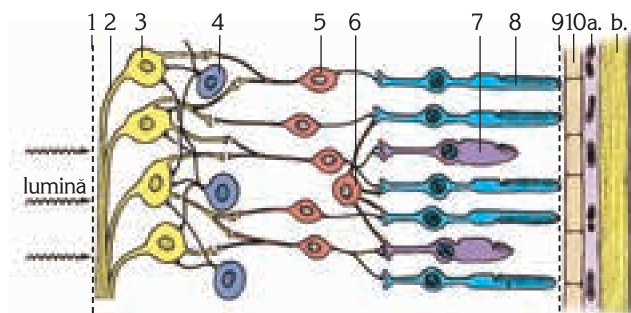


Fig. 49. Straturile retinei: 1. membrană limitantă internă; 2. fibrele nervului optic; 3. celule multipolare (ganglionare); 4. celule amacrine; 5. celule bipolare; 6. celulă orizontală; 7. celule fotoreceptoare cu conuri; 8. celule fotoreceptoare cu bastonașe; 9. membrană limitantă externă; 10. strat pigmentar; a. coroida; b. sclerotica.

decât bastonașe. În centrul maculei lutea se află o concavitate — fovea centralis — numai cu conuri;

• pata oarbă, situată medial și inferior de pata galbenă, reprezintă locul de ieșire a nervului optic din globul ocular și de intrare a arterelor globului ocular. În pata oarbă nu există elemente fotosensibile.

În structura retinei se descriu 10 straturi, în care se întâlnesc trei feluri de celule funcționale, aflate în relații sinaptice: celule fotoreceptoare, cu prelungiri în formă de con și de bastonaș, celule bipolare și celule multipolare. În afară de acestea, se mai găsesc celule de susținere și amacrine și de asociație.

Celulele cu bastonașe sunt celule nervoase modificate, în număr de circa 125 de milioane. Bastonașele sunt adaptate pentru vederea nocturnă, la lumină slabă.

Celulele cu conuri, de asemenea, celule nervoase modificate, în număr de 6-7 milioane, sunt mai numeroase în pata galbenă; în fovea centralis există numai celule cu conuri.

Conurile sunt adaptate pentru vederea diurnă, colorată, la lumină intensă.

Mediile refringente sunt reprezentate de: corneea transparentă, umoarea apoasă, cristalinul și corpul vitros.

Cristalinul are forma unei lentile biconvexe, transparente, localizată între iris și corpul vitros și este învelit de o capsulă elastică — cristaloida. Cristalinul este menținut la locul său printr-un sistem de fibre care alcătuiesc ligamentul suspensor. Cristalinul nu conține vase sangvine, nutriția sa făcându-se prin difuziune, de la vasele proceselor ciliare.

Umoarea apoasă este un lichid incolor, care se formează printr-o activitate secretorie a proceselor ciliare.

Corpul vitros are o formă sferoidală, consistență gelatinoasă și este transparent. Ocupă camera vitroasă, situată înapoia cristalinului.

Funcția principală a analizatorului vizual este perceperea luminozității, formei și culorii obiectelor din lumea înconjuratoare.

Aparatul dioptric ocular este format din cornee (cu o putere de refracție de aproximativ 40 de dioptrii) și cristalin (cu o putere de refracție de aproximativ 20 de dioptrii). Simplificând, aparatul dioptric al ochiului poate fi considerat ca o singură lentilă convergentă cu o putere totală de aproximativ 60 de dioptrii și cu centrul optic la 17 mm în fața retinei. Razele paralele care vin de la o distanță mai mare de 6 m se vor focaliza la 17 mm în spatele centrului optic, dând pe retină o imagine reală, mai mică și răsturnată. Cea mai mare parte a puterii de refracție a aparatului dioptric ocular aparține feței anterioare a corneei. Totuși, cristalinul este important, deoarece raza lui de curbură poate fi mult crescută, realizând procesul de acomodare.

Acomodarea (fig. 50) reprezintă variația puterii de refracție a cristalinului în raport cu distanța la care privim un obiect. Acomodarea se datorează elasticității cristalinului, aparatului suspensor al acestuia și mușchiului ciliar. Organul activ al acomodării este mușchiul ciliar. Când ochiul privește la distanță mai mare de 6 m, mușchiul ciliar este relaxat, iar ligamentul suspensor este în tensiune. Aceasta pune în tensiune cristaloida, comprimând cristalinul. Ca urmare, raza de curbură a acestuia crește, iar puterea de convergență scade la valoarea minimă de 20 de dioptrii. Când privim obiecte aflate la o distanță mai

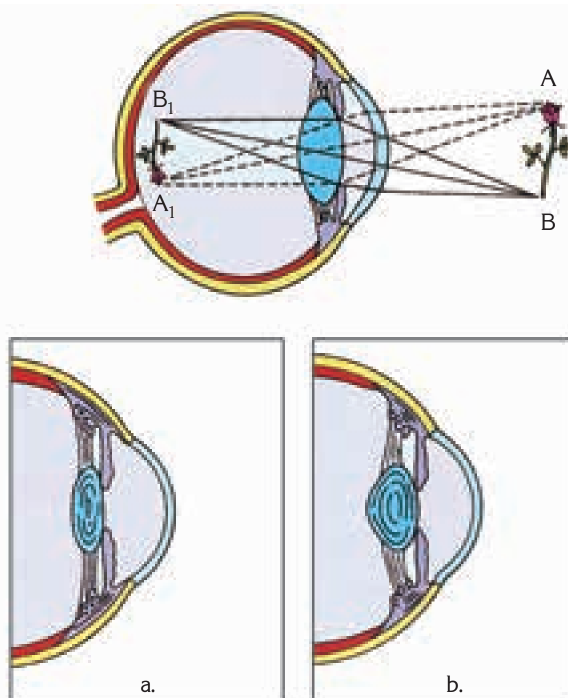


Fig. 50. Acomodarea: a. la distanță; b. la apropiere.

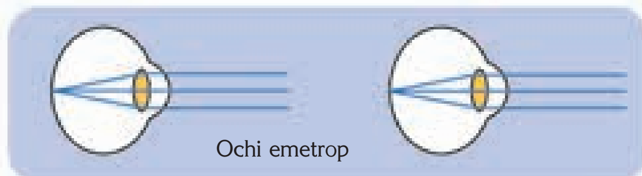
mică de 6 metri, mușchiul ciliar se contractă și relaxează fibrele ligamentare, tensiunea din cristaloidă scade, iar, datorită elasticității, cristalinul se bombează. Ca urmare, puterea de convergență crește la valoarea sa maximă. Cu cât trec anii, puterea de convergență scade, deoarece cristalinul devine mai gros și mai puțin elastic, situație numită prezbiopie (prezbiție).

Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar un obiect, cu efort acomodativ maximal, se numește *punct proxim*. Punctul cel mai apropiat de ochi la care vedem clar, fără efort de acomodare, se numeste *punct remotum*. La tineri, punctul proxim se află la 25 cm, iar punctul remotum la 6 m de ochi. Acomodarea este un act reflex, reglat de centrii corticali și de coliculii cvadrigemeni superiori, care, prin intermediul nucleului vegetativ parasimpatic anexat nervului oculomotor din mezencefal, comandă contracția mușchiului ciliar. La reflexul de acomodare vizuală participă și centrii corticali din ariile vizuale primare și secundare sau asociative, iar la răspunsul efector participă și mușchii irisului și mușchii extrinseci ai globului ocular.

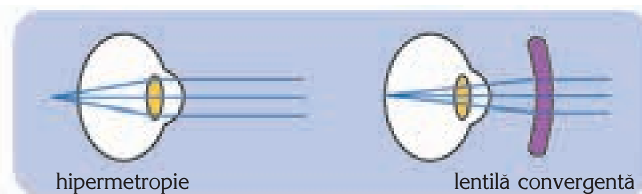
Reflexul pupilar fotomotor este un reflex mult mai simplu, cu centrii în mezencefal. El constă în contracția mușchilor circulari ai irisului, urmată de mioză, ca reacție la stimularea cu lumină puternică a retinei și, invers, în contracția mușchilor radiari și relaxarea mușchilor circulari ai irisului, urmată de midriază, provocată de scăderea intensității stimulului luminos (la întuneric).

În funcție de distanța la care se află retina față de centrul optic, există:

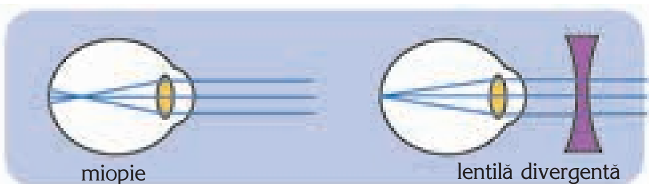
• ochiul *emetrop*, la care retina se află la 17 mm în spatele centrului optic, iar imaginea obiectelor plasate la infinit este clară, fără acomodare;


Ochi emetrop

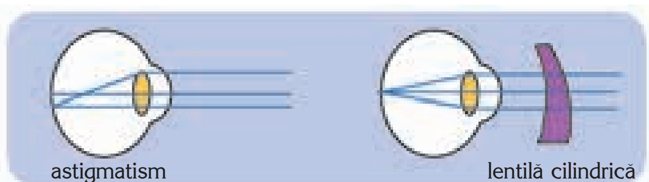
• ochiul *hipermetrop*, care are retina situată la mai puțin de 17 mm de centrul optic; persoana depărtează obiectele de ochi pentru a le vedea clar; hipermetropia se corectează cu lentile convergente;



• ochiul *miop* (hipometrop), cu retina situată la distanțe mai mari de 17 mm; persoana apropie obiectele de ochi pentru a le vedea clar; miopia se corectează cu lentile divergente.



Astigmatismul este un viciu de refracție, datorat existenței mai multor raze de curbură ale suprafeței corneei. Având un meridian cu putere de convergență anormală, corneea va determina formarea unor imagini retiniene neclare pentru punctele aflate în meridianul spațial corespunzător. Astigmatismul se corectează cu lentile cilindrice.



Procesele fotochimice din retină

Retina este sensibilă la radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 390 și 770 nm. Recepția vizuală constă în transformarea energiei electromagnetice a luminii în influx nervos. Acest proces se petrece la nivelul celulelor receptoare retiniene, cu conuri și cu bastonașe. În structura lor se află macromolecule fotosensibile (pigment vizual), care sunt de mai multe tipuri: bastonașele conțin un singur fel de pigment vizual, numit rodopsină; conurile conțin trei feluri de asemenea pigmenți — iodopsine.

Mecanismul fotoreceptor. Procesul fotorecepției este identic la cele două tipuri de celule fotoreceptoare. Pigmentul vizual absoarbe energia radiației luminoase și se descompune în cele două componente ale sale, retinen (comun tuturor pigmenților vizuali, derivat de vitamina A) și opsină (diferită în funcție de pigmentul vizual). Deoarece pigmentul face parte din structura membranei conurilor și bastonașelor, descompunerea sa determină modificări ale conductanțelor ionice, urmate de apariția potențialului receptor.

Sensibilitatea receptorilor vizuali este foarte mare. Bastonașele sunt mult mai sensibile decât conurile. Pentru a stimula o celulă cu bastonaș este suficientă energia unei singure cuante de lumină.

Adaptarea receptorilor vizuali. Sensibilitatea celulelor fotoreceptoare este cu atât mai mare, cu cât ele conțin mai mult pigment. Cantitatea de pigment din conuri și bastonașe variază în funcție de expunerea lor la lumină sau întuneric. Prin expunerea mult timp la lumină

puternică, pigmentul vizual atât din conuri, cât și din bastonașe este descompus în retinen și opsine. În plus, cea mai mare parte a retinenului (și din conuri și din bastonașe) este transformat în vitamina A. Astfel, scade concentrația pigmenților vizuali, iar sensibilitatea ochiului la lumină scade. Acest proces este numit adaptare la lumină. Vederea diurnă (fotopică) se realizează cu ajutorul conurilor. Timpul de adaptare la lumină este de 5 minute. Invers, dacă un individ stă mult timp în întuneric, retinenul și opsinele din conuri și din bastonașe sunt convertite în pigmenți vizuali. De asemenea, vitamina A este transformată în retinen, crescând astfel cantitatea de pigment vizual. Acest proces este numit adaptare la întuneric. Sensibilitatea unui bastonaș la întuneric este de zeci de ori mai mare decât la lumină. Din acest motiv, vederea nocturnă (scotopică) este asigurată de bastonașe.

În avitaminoza A, se compromite adaptarea la întuneric. Reducerea vederii diurne este numită hemeralopie, iar a celei nocturne, nictalopie.

Vederea alb-negru și vederea cromatică. Stimularea bastonașelor produce senzația de lumina albă, iar lipsa stimulării, senzația de negru. Corpurile care reflectă toate radiațiile luminoase apar albe, iar cele care absorb toate radiațiile apar negre. Stimularea conurilor produce senzații diferențiate, în funcție de tipul de pigment vizual pe care îl conțin. Astfel, există conuri care conțin pigment sensibil la culoarea roșie (așa-numitele „conuri roșii"), conuri cu pigment sensibil la culoarea verde („conuri verzi") și conuri cu pigment sensibil la culoarea albastră („conuri albastre"). Stimularea egală a celor trei tipuri de conuri provoacă senzația de alb. Stimularea unei singure categorii de conuri provoacă senzația culorii absorbite.

Culorile roșu, albastru și verde sunt culori primare sau fundamentale. Prin amestecul lor în diferite proporții se pot obține toate celelalte culori ale spectrului, inclusiv culoarea albă. Fiecărei culori din spectru îi corespunde o culoare complementară care, în amestec cu prima, dă culoarea albă.

Unul dintre defectele vederii cromatice este cunoscut sub denumirea de *daltonism*. Persoanele care nu au din naștere celule cu con, corespunzătoare uneia dintre cele trei culori fundamentale, văd în locul culorii respective un ton cenușiu. Cel mai frecvent lipsesc celulele cu con sensibile la verde și cele sensibile la roșu. Boala apare aproape în exclusivitate la bărbați (genă recesivă X linkată). Aproximativ 8% din populația masculină suferă de daltonism.

Calea optică

Reprezintă segmentul intermediar al analizatorului vizual (fig. 51). Receptorii căii optice sunt celulele fotosensibile cu conuri și bastonașe. Neuronul I se află la nivelul celulelor bipolare din retină, iar al II-lea neuron este situat tot în retină, dar mai profund, fiind reprezentat de celulele multipolare. Axonii neuronilor multipolari proveniți din câmpul intern al retinei (câmpul nazal) se încrucișează, formând *chiasma optică*, după care ajung în tractul optic opus. Axonii proveniți din câmpul extern al retinei (câmpul temporal) nu se încrucișează și trec în tractul optic de aceeași parte. Nervul optic conține fibre de la un singur glob ocular, în timp ce tractul optic conține fibre de la ambii ochi.

Tractul optic ajunge la metatalamus (la corpul geniculat extern), unde majoritatea fibrelor tractului optic fac sinapsă cu cel de al III-lea neuron, al cărui axon se propagă spre scoarța cerebrală și se termină în lobul occipital, în jurul scizurii calcarine, unde se află ariile vizuale primară și secundare sau asociative care reprezintă segmentul cortical al analizatorului.

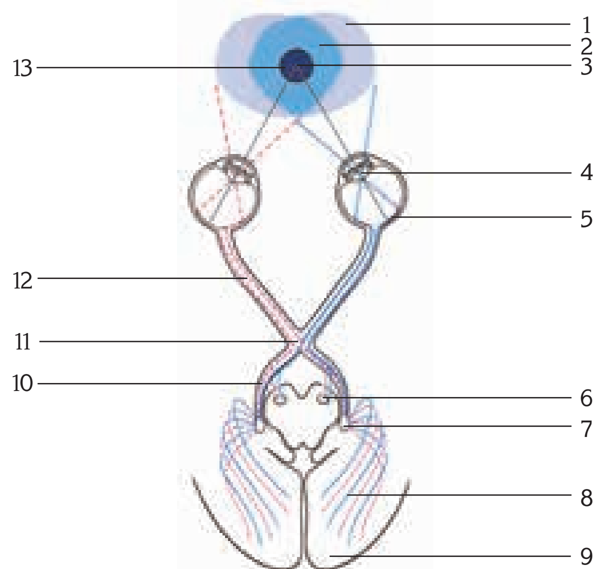


Fig. 51. Căile de conducere nervoasă ale analizatorului vizual: 1. câmp monocular; 2. câmp binocular; 3. punct de fixare; 4. cristalin; 5. retina; 6. colicul superior; 7. corp geniculat extern (lateral); 8. radiațiile optice; 9. lob occipital; 10. tract optic; 11. chiasma optică; 12. nerv optic; 13. câmp macular.

Segmentul cortical al analizatorului vizual

Fiecărui punct de pe retină îi corespunde un punct specific de proiecție corticală. Aria vizuala primară se întinde mai ales pe fața medială a lobilor occipitali, de o parte și de alta a scizurii calcarine. În jurul acesteia se află ariile vizuale secundare sau asociative. La nivelul ariei vizuale primare, cea mai întinsă reprezentare o are macula; aceasta ocupă regiunea posterioară a lobului occipital. În ariile vizuale se realizează senzația și percepția vizuală, respectiv transformarea stimulilor electrici porniți de la nivelul celulelor fotoreceptoare în senzație de lumină, culoare și formă.

Câmpul vizual, vederea binoculară și stereoscopică

Spațiul cuprins cu privirea se numește câmp vizual. Fiecărui ochi îi corespunde un *câmp vizual monocular* (fig. 52), care se suprapune în mare parte cu câmpul vizual al celuilalt ochi. Partea comună a celor două câmpuri reprezintă *câmpul vizual binocular*. Orice obiect aflat în câmpul vizual binocular formează câte o imagine pe retina fiecărui ochi. Aceste imagini fuzionează pe scoarță într-o imagine unică. Procesul de fuziune corticală este posibil numai dacă imaginile retiniene se formează în puncte corespondente.

Acest proces de fuziune a imaginilor începe la nivelul corpilor geniculați laterali. Vederea binoculară conferă abilitatea vederii în profunzime (stereoscopică).

Extirparea ariei vizuale primare determină orbirea. Distrugerea ariilor vizuale secundare produce afazia vizuală: bolnavul vede literele scrise, dar nu înțelege semnificația cuvintelor citite.

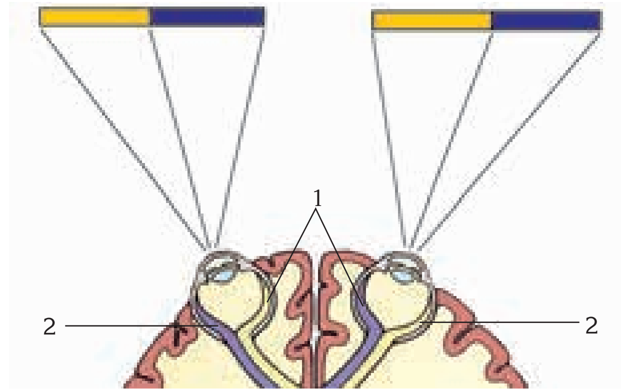


Fig. 52. Câmp vizual monocular: 1. hemiretină nazală; 2. hemiretină temporală.

Analizatorul acustico-vestibular

Analizatorul acustic și analizatorul vestibular — pentru poziția corpului în repaus și mișcare — sunt situați în urechea internă. Fiecare are câte un nerv care conduce impulsul: nervul acustic (cohlear), respectiv, nervul vestibular. Pe traiectul nervului cohlear se află ganglionul spiral Corti, iar pe traiectul nervului vestibular se află ganglionul vestibular Scarpa. Cei doi nervi se unesc și formează perechea VIII de nervi cranieni. Urechea umană poate percepe undele sonore, repetate într-o anumită ordine (sunete) sau succedându-se neregulat (zgomote).

În ceea ce privește analizatorul vestibular, el are funcția de a furniza informații asupra poziției și mișcărilor corpului în spațiu, pe baza cărora declanșează reflexele posturale și gestuale. La această funcție mai participă și informațiile culese de la receptorii musculari kinestezici, cutanați (tact, presiune) și optici.

Receptorul auditiv

Perfecționarea aparatului acustic a determinat dezvoltarea unor anexe importante: urechea externă și cea medie, care nu au nici o relație cu aparatul vestibular.

Urechea externă cuprinde: pavilionul și conductul auditiv extern.

Urechea medie este o cavitate pneumatică săpată în stânca temporalului. Peretele lateral al urechii medii este reprezentat de *timpan*. Peretele medial prezintă *fereastra ovală* și *fereastra rotundă*. La nivelul peretelui anterior se deschide *trompa lui Eustachio*, prin care casa timpanului comunică cu nazofaringele. Această comunicare are rolul de a egaliza presiunea pe ambele fețe ale timpanului.

Urechea medie conține în interiorul său un lanț articulat de oscioare: *ciocanul*, *nicovala* și *scărița*. Ciocanul și scărița au fiecare câte un mușchi, mușchiul ciocanului — care diminuează vibrațiile sonore puternice — și mușchiul scăriței care le amplifică pe cele slabe, reglând intensitatea undei sonore.

Urechea internă este formată dintr-un sistem de încăperi, numite labirint osos, săpate în stânca temporalului. În interiorul labirintului osos se află labirintul membranos. Între labirintul osos și cel membranos se află *perilimfa*.

Labirintul osos este format din vestibulul osos, canalele semicirculare osoase și melcul osos.

Cele trei canale semicirculare osoase se află în planuri perpendiculare unul pe celălalt. Fiecare canal semicircular se deschide la o extremitate a sa printr-o dilatație mai largă, numită ampulă. La cealaltă extremitate, canalul anterior se unește cu cel posterior într-un canal comun înainte de a se deschide în vestibul.

Melcul osos este situat anterior de vestibul și prezintă o formă conică, cu un ax osos central, numit columelă, în jurul căruia melcul osos realizează 2½ ture.

Pe columelă se prinde lama spirală osoasă, care este întregită de membrana bazilară a labirintului membranos și membrana vestibulară Reissner. Aceste două membrane compartimentează lumenul osos în rampa vestibulară, situată deasupra membranei vestibulare, rampa timpanică, sub membrana bazilară, și canalul cohlear (melcul membranos), între membrana bazilară, membrana vestibulară și peretele extern al melcului osos. Rampele vestibulară și timpanică conțin perilimfă, iar canalul cohlear, endolimfă. Spre vârful melcului, lama spirală lasă un spațiu liber — helicotrema.

Labirintul membranos este format dintr-un sistem de camere, situate în interiorul labirintului osos. Vestibulul membranos este format din două cavități: utricula, situată în partea superioară a vestibulului, și sacula, sub utriculă. În utriculă se deschid cele trei canale semicirculare membranoase (fig. 53).

Din partea inferioară a saculei pornește canalul cohlear care conține organul Corti, cu receptorii acustici. Organul Corti este așezat pe membrana bazilară.

În centrul organului Corti se găsește un spațiu triunghiular numit tunelul Corti. Pe laturile acestuia se află

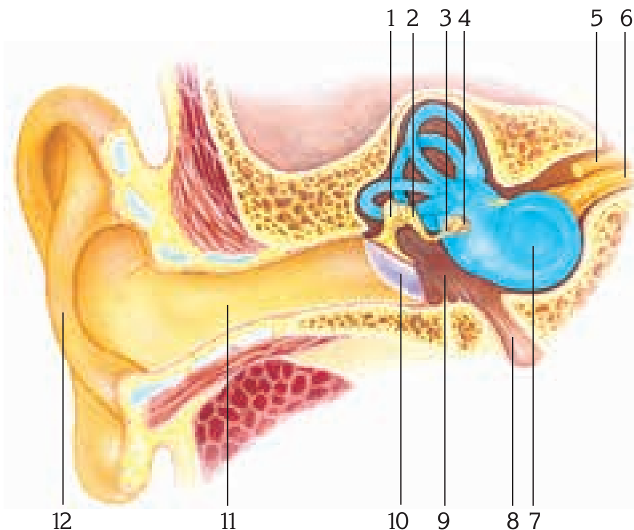


Fig. 53. **Urechea:** 1. ciocanul; 2. nicovala; 3. scărița; 4. fereastra ovală; 5. nervul vestibular; 6. nerv cohlear; 7. melcul; 8. trompa lui Eustachio; 9. casa timpanului; 10. timpanul; 11. conductul auditiv extern; 12. pavilionul urechii.

celule de susținere. Tunelul este traversat de fibre dendritice ale neuronilor din ganglionul spiral Corti.

Deasupra celulelor de susținere se găsesc celulele auditive. La polul bazal al celulelor auditive sosesc terminații dendritice ale neuronilor din ganglionul spiral Corti. La polul apical al celulelor auditive se găsesc cilii auditivi, care pătrund în membrana reticulată secretată de celulele de susținere. Deasupra cililor auditivi se află membrana tectoria (fig. 54)

Receptorii vestibulari

Sunt situați în labirintul membranos. În utriculă și saculă se găsește câte o maculă, respectiv utriculară și saculară, formate din celule de susținere, așezate pe o membrană bazală, peste care sunt dispuse celule senzoriale cu cili. La polul bazal al celulelor senzoriale sosesc dendrite ale neuronilor din ganglionul vestibular Scarpa. Cilii sunt înglobați în membrana otolitică, în care se află granule de carbonat de calciu și magneziu, numite otolite. Crestele ampulare, localizate în ampulele canalelor semicirculare membranoase, sunt formate din celule de susținere și celule senzoriale. La polul apical, celulele senzoriale prezintă cili care pătrund într-o cupolă gelatinoasă, iar la polul bazal se găsesc terminații dendritice ale neuronilor din ganglionul vestibular Scarpa.

Segmentele intermediar și central

Calea acustică. Primul neuron se află în ganglionul spiral Corti. Dendritele primului neuron ajung la polul bazal al celulelor auditive cu cili din organul Corti, iar axonii formează nervul cohlear, care se îndreaptă spre cei doi nuclei cohleari (ventral și dorsal) din punte, unde se găsește al II-lea neuron. Axonul acestuia se încrucișează, după care urmează un traiect ascendent spre

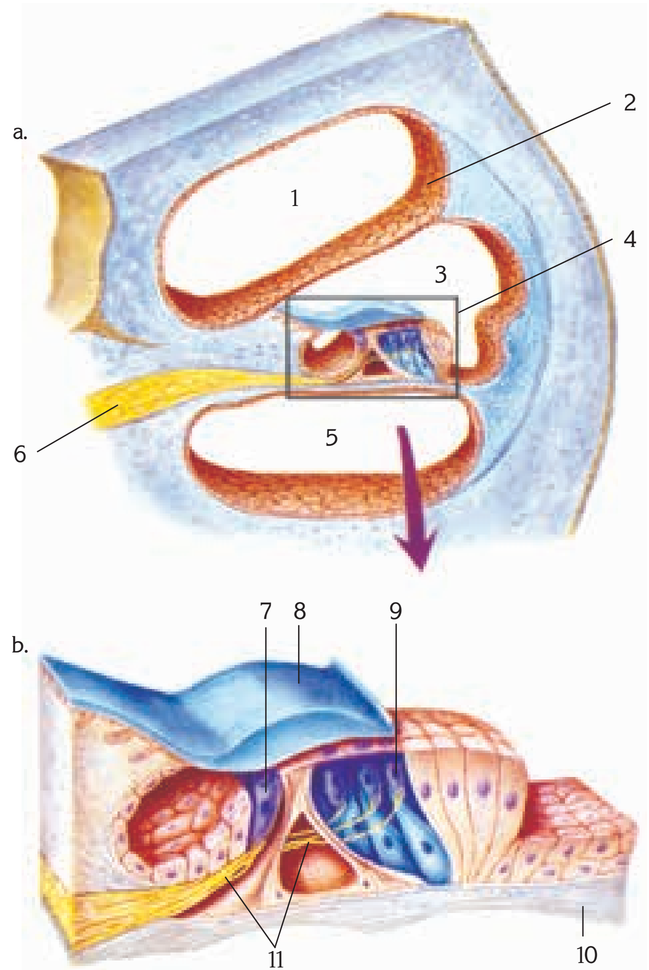


Fig. 54. **Organul Corti:** a. în ductul cohlear: 1. rampă vestibulară; 2. membrană vestibulară Reissner; 3. canal cohlear; 4. organ Corti; 5. rampa timpanică; 6. nerv vestibulo-cohlear; b. detaliu: 7. celule ciliate interne; 8. membrana tectoria; 9. celule ciliate externe; 10. membrană bazilară; 11. fibre nervoase.

coliculul inferior, unde se găsește al III-lea neuron. Al IV-lea neuron al căii acustice se găsește în corpul geniculat medial. Axonul celui de-al IV-lea neuron se proiectează în girul temporal superior (fig. 55).

În jurul ariei primare se afla aria secundară sau de asociație, care primește aferențe de la aria primară.

Calea vestibulară. Primul neuron se află în ganglionul vestibular Scarpa. Dendritele primului neuron ajung la celulele senzoriale cu cili din maculă și creste ampulare, iar axonii formează ramura vestibulară a perechii a VIII-a de nervi cranieni (nervul vestibulo-cohlear). Ramura vestibulară se îndreaptă spre cei patru nuclei vestibulari din bulb (superior, inferior, lateral și medial). La acest nivel se află cel de-al II-lea neuron al căii vestibulare și de aici pleacă mai multe fascicule, și anume:

- fasciculul vestibulo-spinal, spre măduvă (controlează tonusul muscular);

• fasciculul vestibulo-cerebelos, spre cerebel (controlează echilibrul static și dinamic);

• fasciculul vestibulo-nuclear, spre nucleii nervilor III și IV din mezencefal și VI din punte (controlează mișcările globilor oculari, cu punct de plecare labirintic);

• fasciculul vestibulo-talamic, spre talamus; de aici, prin fibrele talamo-corticale, se proiectează pe scoarță.

Mecanismul recepției auditive

Urechea umană percepe sunete cu frecvența cuprinsă între 20 și 20 000 Hz și amplitudini între 0 și 130 de decibeli (1 db = 1 dyne/cm^2).

Undele sonore sunt produse de rarefieri și condensări ale aerului și au ca proprietăți fundamentale:

• *înălțimea*, determinată de frecvența undelor;

• *intensitatea*, determinată de amplitudine;

• *timbrul*, determinat de vibrațiile armonice superioare însoțitoare.

Celulele senzoriale de la nivelul organului Corti transformă energia mecanică a sunetelor în impuls nervos. Sunetul este transmis până la organul Corti, începând de la nivelul pavilionului urechii, care captează și dirijează sunetele spre conductul auditiv extern. La capătul acestuia, unda sonoră pune în vibrație membrana timpanului care, la rândul său, antrenează lanțul celor trei oscioare. Perforațiile timpanului nu duc la surditate, ci numai la o scădere a acuității auditive a urechii respective. Unda sonoră este transmisă mai departe, succesiv, ferestrei ovale, perilimfei și endolimfei. Variațiile de presiune ale endolimfei fac să vibreze membrana bazilară, pe care se găsește organul Corti.

Vibrațiile membranei bazilare antrenează celulele auditive ai căror cili vor suferi deformații mecanice la contactul cu membrana tectoria. Înclinarea cililor într-o parte depolarizează celulele, iar în direcția opusă le hiperpolarizează. Depolarizările celulelor senzoriale cresc frecvența potențialelor de acțiune, iar hiperpolarizările o reduc.

Membrana bazilară are o structură comparabilă cu un rezonator cu coarde căruia îi corespund particularități de elasticitate și de rezonanță: baza melcului intră în rezonanță cu sunetele de frecvență înaltă (15 000 Hz), mijiocul membranei bazilare rezonează cu frecvențe medii (5 000 Hz), iar vârful melcului, cu frecvențe joase (20–500 Hz).

Transmiterea stimulului auditiv. Fiecare neuron senzitiv din ganglionul spiral Corti transmite impulsuri nervoase de la o anumită zonă a membranei bazilare. Această specializare zonală se păstrează în continuare și la celelalte stații de releu ale căii acustice. Sunetele de o anumită frecvență activează anumiți neuroni cohleari, coliculari și metatalamici. În acest mod, excitațiile sonore, separate în frecvențele componente la nivelul membranei bazilare, se transmit prin „fire izolate“ spre neuronii corticali.

Identificarea direcției de unde vine sunetul se realizează prin două mecanisme principale: prin detectarea decalajului în timp dintre semnalele acustice care intră în cele două urechi și prin diferența de intensitate a sunetului care ajunge la cele două urechi.

Fiziologia analizatorului vestibular

Analizatorul vestibular are rolul de a informa creierul despre poziția capului în spațiu și despre accelerările liniare sau circulare la care acesta este supus. Simțul vestibular nu este propriu-zis un simț al echilibrului, ci o componentă importantă a mecanismelor care contribuie la reglarea echilibrului, alături de analizatorii kinestezic, vizual, tactil și de cerebel.

Segmentul periferic

Receptorii maculari sunt stimulati mecanic de către otolite. Stimularea are loc atât în condiții statice, cât și dinamice. Când capul stă nemișcat, otolitele apasă prin greutatea lor asupra cililor celulelor senzoriale, care trimit impulsuri spre centri, informându-i asupra poziției capului în raport cu direcția vectorului gravitațional.

Când capul și corpul suferă accelerări liniare (înainte, înapoi sau lateral), forțele de inerție împing otolitele, care sunt mai dense decât endolimfa, în sens opus deplasării. Astfel, se declanșează la nivelul centrilor nervoși reacții motorii corectoare ale poziției corpului și capului, în vederea menținerii echilibrului pe toată dura-

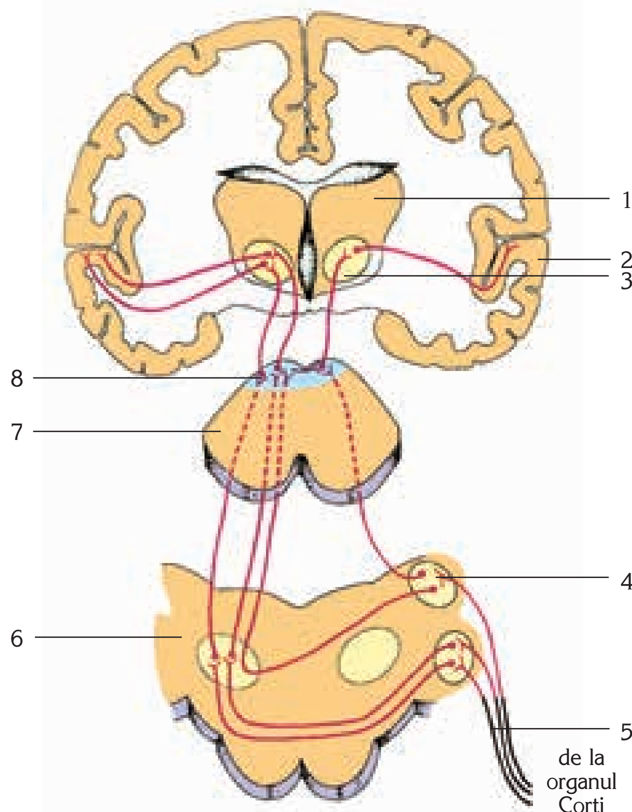


Fig. 55. Căile de conducere ale analizatorului auditiv: 1. talamus; 2. cortexul auditiv (lobul temporal); 3. corpul geniculat medial din metatalamus; 4. nucleul cohlear; 5. nerv vestibulo-cohlear (VIII); 6. punte; 7. mezencefal; 8. colicul inferior.

ta mișcării. De remarcat că receptorii maculari nu detectează viteza de deplasare a corpului, respectiv a capului, ci accelerația (cei din utriculă — accelerația orizontală, iar cei din saculă — verticală). Receptorii analizatorului vestibular sunt și sediul unor reflexe posturale. O modificare bruscă a poziției corpului declanșează reflexe care ajută la menținerea posturii și a echilibrului.

Receptorii otolitici nu participă la menținerea echilibrului în condițiile accelerărilor circulare ale capului și corpului.

Crestele ampulare și cupolele gelatinoase, care se găsesc la baza canalelor semicirculare, reprezintă cel de-al doilea organ receptor al analizatorului vestibular, responsabil de menținerea echilibrului în condițiile accelerațiilor circulare ale capului și corpului. Cilii celulelor senzoriale din canalele semicirculare sunt excitați mecanic de deplasarea endolimfei. Orice mișcare de rotație a capului sau a corpului antrenează rotația simultană a canalelor semicirculare aflate în planul rotației respective. Din cauza inerției, endolimfa din aceste canale va suferi o deplasare relativă în sens opus și va înclina cupola în sensul acestei deplasări (fig. 56).

Recepționarea mișcărilor circulare ale capului este posibilă datorită orientării canalelor semicirculare în cele trei planuri ale spațiului (frontal, orizontal și sagital).

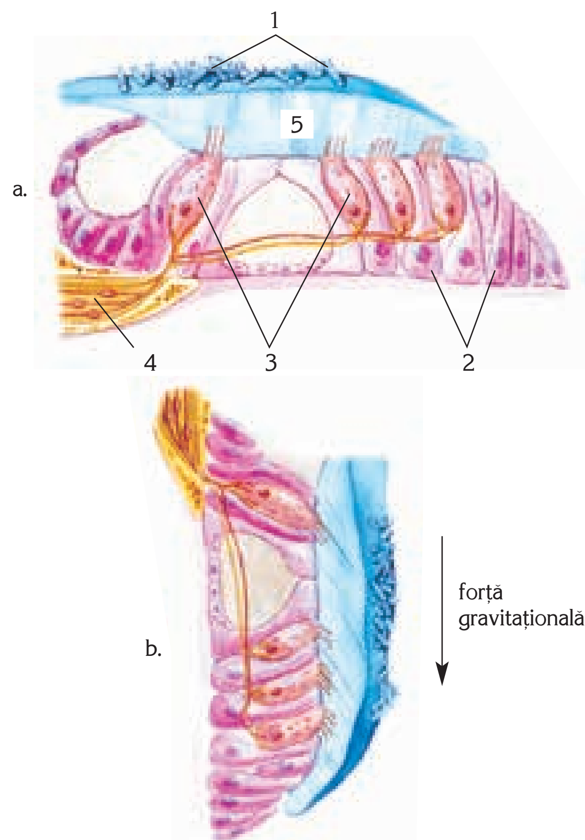


Fig. 56. Membrana otolitică și otolitele: a. capul în poziție verticală: 1. otolite; 2. celule de susținere; 3. celule ciliate; 4. fibre senzoriale; 5. cupolă gelatinoasă; b. capul în poziția aplecat înainte.

CUVINTE CHEIE

timpan, fereastră rotundă/ovală, ciocan, nicovală, scăriță, trompa lui Eustachio, utriculă, saculă, labirint (osos/membranos), vestibul, canale semicirculare, melc, otolit, organ Corti, ganglion Scarpa

3. Glandele endocrine

Glandele cu secreție internă sunt formate din epitelii secretorii, ale căror celule produc substanțe active, numite hormoni, pe care îi eliberează direct în sânge.

Hormonii sunt substanțe chimice specifice, care acționează la distanță de locul sintezei și produc efecte caracteristice. Se consideră glande endocrine: hipofiza, suprarenalele, tiroida, paratiroidele, testiculul, ovarul, pancreasul insular, timusul, epifiza și, temporar, placenta (fig. 57).

Există și alte organe care, în afara funcției lor principale, au și celule cu rol endocrin: antrul piloric secretă gastrina, duodenul secretă 6–8 hormoni cu rol în reglarea activității secretorii și motorii a aparatului digestiv, rinichiul secretă renina și eritropoietina etc.

În plus, unii neuroni hipotalamici și ai altor organe nervoase au și activitate secretorie, proces numit neurosecreție, care reprezintă tot o funcție endocrină. Astfel, sistemul endocrin este conceput ca un sistem anatomo-funcțional complex, controlat de sistemul nervos, având rolul de a regla și coordona pe cale umorală activitatea diferitelor organe pe care le integrează în ansamblul funcțiilor organismului.

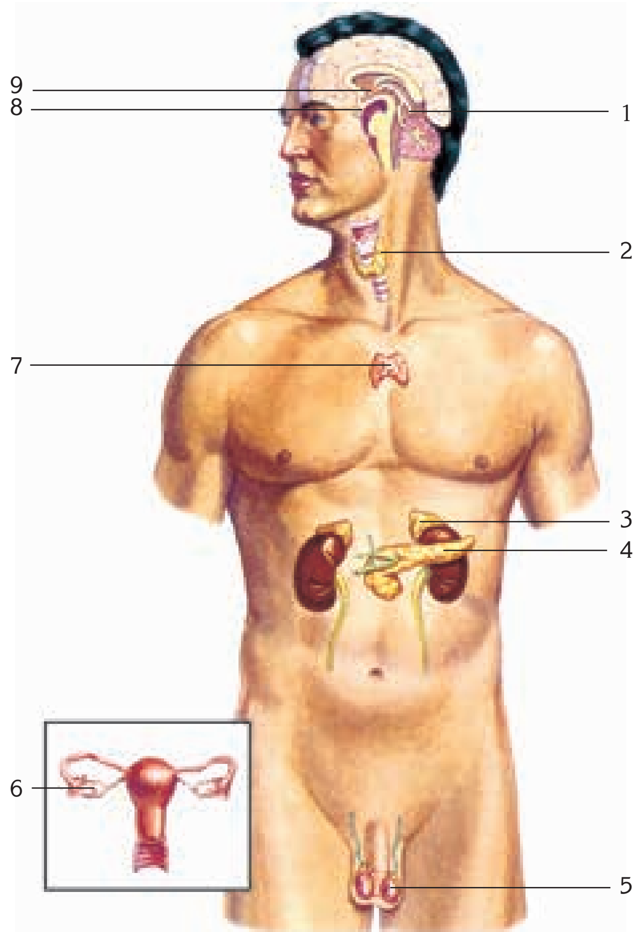


Fig. 57. Glandele endocrine: 1. glanda pineală (epifiza); 2. tiroida și paratiroidele; 3. glanda suprarenală; 4. pancreas; 5. testicul; 6. ovar; 7. timus; 8. hipofiza (glanda pituitară); 9. hipotalamus.

Principalul rol al glandelor endocrine constă în reglarea metabolismului celular.

Hormonii sunt eliberați în sânge și sunt transportați spre toate celulele corpului.

Hipofiza

Localizată la baza encefalului, înapoia chiasmei optice, pe șaua turcească a osului sfenoid, hipofiza (glanda pituitară) are forma rotunjită și diametrul de 1,3 cm. Cântărește 500 mg. Este alcătuită din trei lobi: anterior, mijlociu (intermediar) și posterior. Lobul anterior și cel intermediar constituie *adenohipofiza,* iar lobul posterior, *neurohipofiza*.

Lobul anterior este partea cea mai dezvoltată a glandei, constituind 75 % din masa hipofizei, în timp ce *lobul intermediar* reprezintă numai 2 %, fiind redus la o simplă lamă epitelială, aderentă de *lobul posterior*.

Între hipofiză și hipotalamus sunt relații anatomice și funcționale. Anatomic, hipofiza este legată de acesta prin tija pituitară. Între regiunea mediană a hipotalamusului și adenohipofiză există o legătură vasculară reprezentată de sistemul port-hipotalamo-hipofizar, descris de anatomistul român Grigore T. Popa împreună cu Unna Fielding. Între hipotalamusul anterior și neurohipofiză există tractul nervos hipotalamo-hipofizar. Prin aceste legături vasculare și nervoase și prin produșii de neurosecreție, hipotalamusul controlează și reglează secreția hipofizei, iar prin intermediul acesteia, coordonează activitatea întregului sistem endocrin (fig. 58).

Adenohipofiza

Este situată în partea anterioară, dar se întinde și posterior, înconjurând aproape complet neurohipofiza.

Hormonii adenohipofizei sunt glandulotropi, având ca organe-țintă alte glande endocrine (ACTH, TSH, FSH, LH) și non-glandulotropi (STH, prolactina).

Hormonul somatotrop (STH), denumit și hormon de creștere, stimulează, împreună cu insulina, hormonii tiroidieni și gonadici, creșterea organismului. STH stimulează condrogeneza la nivelul cartilajelor de creștere metafizare (diafizoepifizare), determinând creșterea în lungime a oaselor. Majoritatea efectelor STH se exercită indirect, prin acțiunea unui sistem de factori de creștere numiți somatomedine. După pubertate, STH produce îngroșarea oaselor lungi și dezvoltarea oaselor late. Stimulează creșterea mușchilor și a viscerelor, cu excepția creierului. STH determină o retenție de compuși ai Ca, Na, K, P și N.

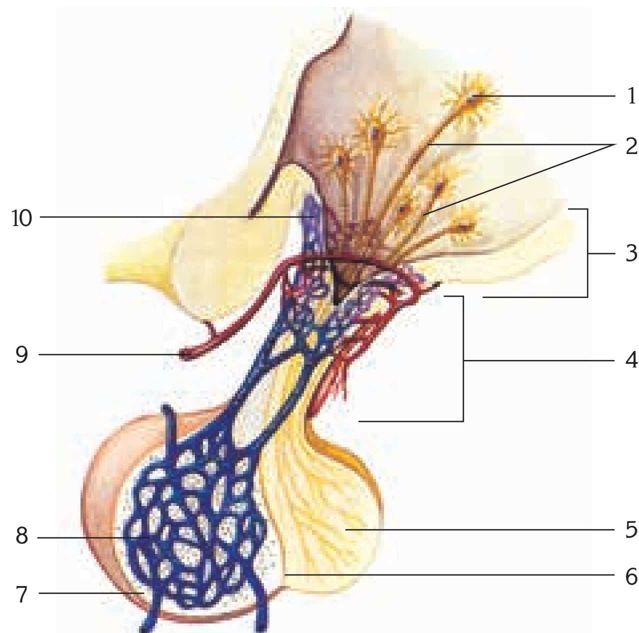


Fig. 58. Legăturile nervoase și vasculare hipotalamo-hipofizare: 1. corp neuronal; 2. axonii neuronilor secretori; 3. regiunea mediană; 4. tija pituitară; 5. neurohipofiza; 6. lob intermediar; 7. adenohipofiza; 8. capilare; 9. artera hipofizară superioară; 10. capilare.

Hipersecreția acestui hormon are consecințe (în funcție de vârstă) asupra dezvoltării somatice și metabolismului. Dacă hipersecreția de STH survine înainte de pubertate, se produce *gigantismul*. Individul atinge talii de peste 2 metri, prin creșterea exagerată în lungime a extremităților. Intelectul nu este afectat. După pubertate, se produce *acromegalia*, caracterizată prin creșterea exagerată a oaselor feței, a mandibulei, a oaselor late, în general, dar și îngroșarea buzelor, creșterea viscerelor (inimă, ficat, rinichi, limbă) și alungirea exagerată a mâinilor și picioarelor.

Hiposecreția produce, la copil, oprirea creșterii somatice, dar nu a celei neuropsihice. Boala se numește *piticism* (nanism) hipofizar. Indivizii sunt de talie mică, 1,20–1,30 m, dar proporționat dezvoltați și cu intelectul normal.

Prolactina, numit și hormonul mamotrop sau luteotrop (LTH), stimulează, la femeie, secreția lactată a glandei mamare, sensibilizată de estrogeni și progesteron. Prolactina este un inhibitor al activității gonadotrope, fiind capabilă să prevină ovulația.

Secreția de prolactină în afara sarcinii este stimulată de efortul fizic, stress-ul psihic și chirurgical, hipoglicemie, somn; în timpul sarcinii, secreția prolactinei crește gradat, atingând un vârf la naștere și revenind la nivelul de control după aproximativ 8 zile. Suptul determină creșterea temporară a secreției de prolactină.

Hormonul adrenocorticotrop (ACTH — corticotropina) stimulează activitatea secretorie a glandei corticosuprarenale, crescând concentrația sangvină a glucocorticoizilor și hormonilor sexosteroizi. Asupra secreției de mineralocorticoizi, efectele ACTH sunt mai reduse. În afara acțiunii indirecte, ACTH stimulează direct melanogeneza în celulele pigmentare (melanocite), producând închiderea culorii pielii.

Hipersecreția de corticotropină produce atât efectele excesului de glucocorticoizi, cât și efectele melanocito-stimulatoare, la nivelul tegumentului (diabet bronzat).

Hiposecreția de ACTH produce efectele caracteristice deficitului de glucocorticoizi (vezi corticosuprarenala).

Hormonul tireotrop (tireostimulina — TSH) stimulează sinteza și secreția de hormoni tiroidieni. Hipersecreția de TSH poate duce la hipertiroidism (de exemplu, *boala Basedow*), iar hiposecreția duce la insuficiență tiroidiană.

Hormonii gonadotropi (gonadostimulinele) controlează funcția gonadelor.

Hormonul foliculostimulant (FSH), la bărbat, stimulează dezvoltarea tubilor seminiferi și spermatogeneza, iar, la femeie, determină creșterea și maturarea foliculului de Graaf și secreția de estrogeni.

Hormonul luteinizant (LH) acționează, la bărbat, prin stimularea secreției de androgeni de către celulele interstițiale testiculare Leydig. La femeie, determină ovulația și apariția corpului galben, a cărui secreție de progesteron și estrogeni o stimulează.

Lobul intermediar (mijlociu)

Reprezintă 2 % din masa hipofizei. Anatomic, face parte din adenohipofiză. El secretă un hormon de stimulare a pigmentogenezei numit **hormon melanocitostimulant** (MSH), care are același precursor ca și ACTH-ul. Hipotalamusul secretă un hormon de inhibare a secreției de MSH.

Lobul posterior (neurohipofiza)

Hormonii eliberați în circulație de către neurohipofiză sunt vasopresina (sau hormonul antidiuretic ADH) și oxitocina. Ei sunt secretați în hipotalamusul anterior, iar punerea lor în circulație se face sub influența hipotalamusului prin tija pituitară.

Vasopresina, denumită și hormonul antidiuretic (ADH), are ca acțiune principală creșterea absorbției facultative a apei la nivelul tubilor distali și colectori ai nefronului. În afară de reducerea volumului și concentrarea urinei, ADH produce și reducerea secrețiilor tuturor glandelor exocrine și, prin aceasta, contribuie la menținerea volumului lichidelor organismului. În doze mari, ADH produce vasoconstricție.

Hiposecreția acestui hormon determină pierderi mari de apă, în special prin urină, a cărei cantitate

poate ajunge până la 20 l în 24 de ore. Boala, diabetul insipid, survine în leziuni ale hipotalamusului sau ale neurohipofizei.

Oxitocina (ocitocina) stimulează contracția musculaturii netede a uterului gravid, mai ales în preajma travaliului, și expulzia laptelui din glanda mamară, datorată contracției celulelor mioepiteliale care înconjoară alveolele.

CUVINTE CHEIE

hipofiză, adenohipofiză, neurohipofiză, hormon somatotrop, prolactină, hormon adrenocorticotrop, hormon tireotrop, hormon gonadotrop, hormon melanocitostimulant, vasopresină, oxitocină, diabet bronzat, diabet insipid, nanism, gigantism, acromegalie

Glandele suprarenale

Sunt glande pereche, situate la polul superior al rinichiului. Fiecare este formată dintr-o porțiune corticală (periferică) și una medulară, diferite din punct de vedere embriologic, anatomic și funcțional (fig. 59).

Corticosuprarenala (CSR)

Hormonii secretați de corticosuprarenală sunt de natură lipidică. Ei se sintetizează din colesterol. Rolul lor este vital. În funcție de acțiunea principală exercitată de acești hormoni, ei sunt împărțiți în trei grupe:

1. **Mineralocorticoizii**, cu reprezentantul principal aldosteronul, joacă rol în metabolismul sărurilor minerale, determinând reabsorbția Na^+ în schimbul K^+ sau H^+ pe care-i excretă la nivelul tubilor uriniferi contorți distali și colectori. Se produc kaliurie și acidurie. Reabsorbția sodiului este însoțită de reabsorbția

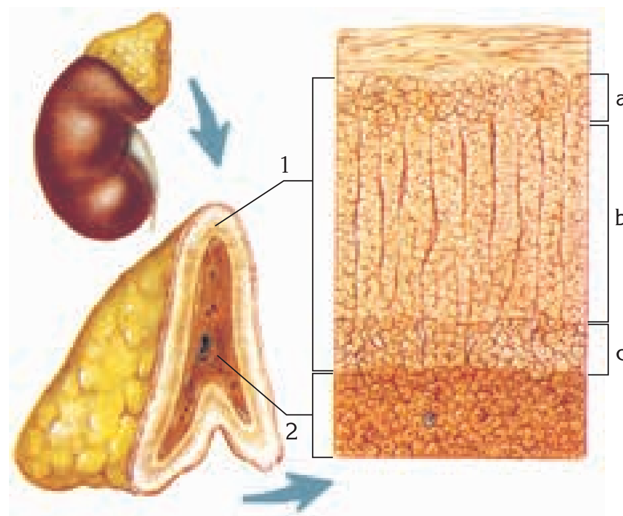


Fig. 59. Structura glandei suprarenale: 1. corticală: a. zona glomerulară; b. zona fasciculată; c. zona reticulată; 2. medulară.

clorului. Reabsorbția apei este consecința gradientului osmotic creat de transportul NaCl. Aldosteronul, prin acțiunea sa de reținere a Na^+ în organism, are rol în menținerea presiunii osmotice a mediului intern al organismului și a volumului sangvin, precum și în echilibrul acido-bazic.

Celule-țintă asemănătoare se află și în glandele sudoripare, salivare și colice.

Hipersecreția de aldosteron (boala Conn) duce la retenție masivă de sare și apă și determină edeme și hipertensiune. Hiposecreția se întâlnește în cazul insuficienței globale a CSR (boala Addison). La acești bolnavi are loc o pierdere de sare și apă, urmată de hipotensiune și adinamie (scăderea capacității de efort).

2. **Glucocorticoizii** sunt reprezentați în special de *cortizon* și *hidrocortizon* (cortizol). Circulă în sânge legați de proteinele plasmatice. O mică fracțiune liberă a cortizolului exercită efectele metabolice specifice.

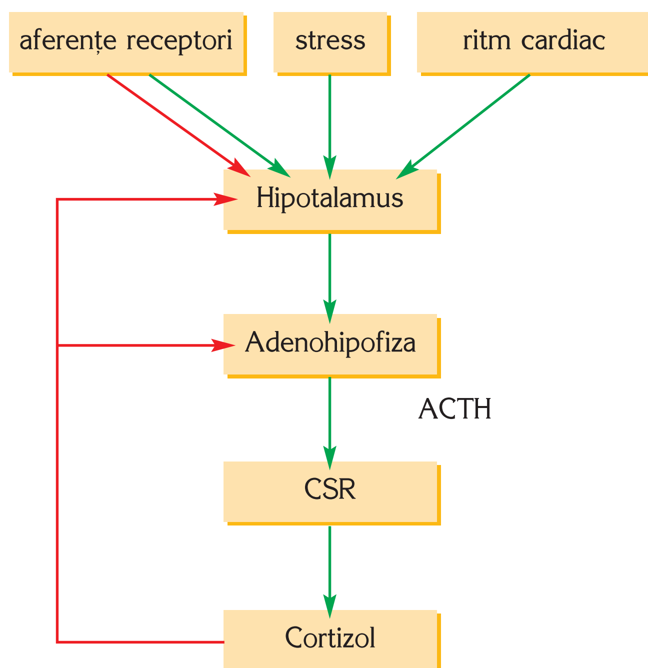
Efecte specifice asupra unor organe și țesuturi

Organ sau țesut	Rol
Sistem osos	catabolism: sinteza matricei organice și absorbția intestinală a calciului
Organe hematopoietice și sistem imun	↓ numărul de eozinofile și bazofile circulante ↑ numărul de neutrofile, plachete, hematii ↑ stabilitatea membranelor lizozomale ↓ numărul de limfocite circulante (limfopenie)
Funcțiile superioare ale SNC	necesită prezența acestor hormoni pentru integritatea lor (scăderea cantității lor determină: modificări EEG, alterarea personalității, modificări senzoriale)

Roluri fiziologice în metabolismul intermediar

Metabolism	Rol
Protidic	↑ catabolismul în mușchii scheletici ↑ anabolismul în ficat
Glucidic	hiperglicemie
Lipidic	↑ lipoliza ↑ concentrația acizilor grași liberi plasmatici

Hipersecreția de glucocorticoizi determină sindromul Cushing, în care predomină semnele dereglărilor metabolismului intermediar. Bolnavii prezintă obezitate, diabet și hipertensiune. Hiposecreția se întâlnește în boala Addison.



3. **Hormonii sexosteroizi** sunt reprezentați de două grupe de hormoni, unii androgeni (asemănători celor secretați de testicul) și alții estrogeni (asemănători celor secretați de ovare). Acțiunea acestor hormoni o completează pe cea a hormonilor sexuali respectivi. Rolul lor se manifestă în special în cazul apariției și dezvoltării caracterelor sexuale secundare. Ei determină, la băieți, creșterea bărbii și mustăților, dezvoltarea laringelui și îngroșarea vocii, dezvoltarea scheletului și a masei musculare. La fete, stimulează dezvoltarea glandei mamare, depunerea lipidelor pe șolduri și coapse etc.

Medulosuprarenala (MSR)

Reprezintă porțiunea medulară a glandelor suprarenale. Anatomic și funcțional, medulara glandei suprarenale este un ganglion simpatic, ai cărui neuroni nu au prelungiri.

Hormonii secretați de medulară se numesc catecolamine: **adrenalina** (epinefrina), în proporție de 80 %, **noradrenalina** (norepinefrina), în proporție de 20 %. Acțiunea acestor hormoni este identică cu stimularea sistemului nervos simpatic. Principalele acțiuni ale acestor hormoni și mediatori chimici sunt:

- asupra aparatului cardiovascular, produc tahicardie, vasoconstricție și hipertensiune. Crește excitabilitatea inimii; adrenalina dilată însă vasele musculare și le contractă pe cele din piele, mucoase și viscere. Noradrenalina are predominant acțiuni vasoconstrictoare;
- asupra aparatului respirator determină relaxarea musculaturii netede și dilatarea bronhiilor;
- asupra tubului digestiv determină relaxarea musculaturii netede a pereților și contracția sfincterelor. Inhibă majoritatea secrețiilor. Contractă splina și ficatul;
- asupra metabolismului glucidic și lipidic produc glicogenoliză și hiperglicemie, mobilizarea grăsimilor din rezerve și catabolismul acizilor grași. Adrenalina are efecte predominant metabolice și energetice;
- alte acțiuni — dilată pupila, contractă fibrele netede ale mușchilor erectori ai firului de păr. Produc alertă corticală, anxietate și frică. Stimulează sistemul reticulat activator ascendent.

Atât secreția corticalei, cât și cea a medularei suprarenale sunt stimulate în condiții de stress (stări de încordare neuropsihică, de emoții, traumatisme, frig sau căldură excesivă etc.). Acești hormoni au un rol important în reacția de adaptare a organismului în fața diferitelor agresiuni interne și externe.

CUVINTE CHEIE

corticosuprarenală, mineralo-corticoizi, glucocorticoizi, sexosteroizi, adrenalină, noradrenalină, boala Conn, boala Addison, sindromul Cushing

Tiroida

Este localizată în zona anterioară a gâtului, într-o capsulă fibroasă (loja tiroidei). Glanda are doi lobi laterali, uniți între ei prin istmul tiroidian. Țesutul secretor (parenchimul glandular) este format din celule epiteliale organizate în foliculi, în interiorul cărora se află un material omogen, vâscos, numit coloid (fig. 60). Acesta conține tireoglobulină, forma de depozit a hormonilor tiroidieni, **tiroxina** și **triiodotironina**. Tireoglobulina este o proteină sintetizată de celulele foliculare. Prin iodarea moleculelor de tirozină din structura tireoglobulinei, rezultă hormonii tiroidieni (tiroxina și triiodotironina). Sinteza hormonilor și eliberarea lor din coloid în sânge se face sub acțiunea TSH hipofizar.

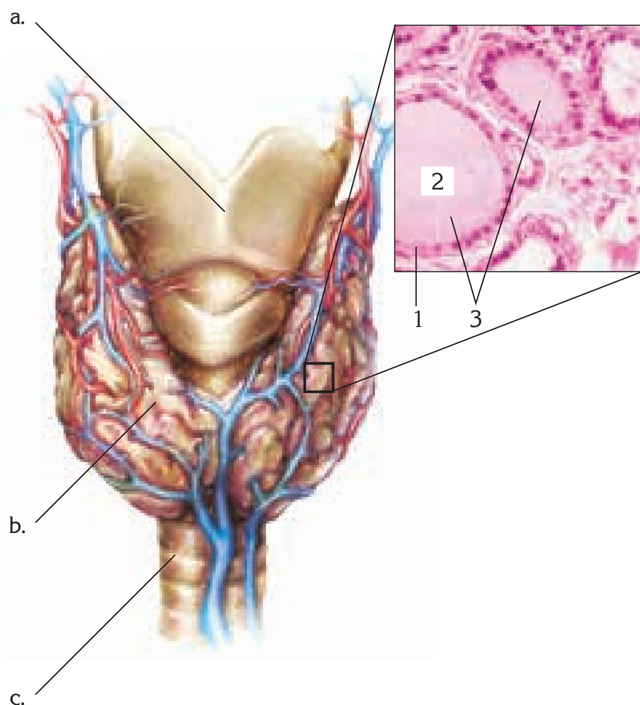


Fig. 60. Glanda tiroidă: a. laringe; b. glandă tiroidă: 1. celule foliculare; 2. coloid; 3. foliculi; c. trahee.

Între foliculii tiroidieni se găsesc celule speciale numite celule parafoliculare sau celule „C“, care secretă calcitonina.

Hormonii tiroidieni cresc metabolismul bazal și consumul de energie și au un rol în procesele morfogenetice, de creștere și diferențiere celulară și tisulară. Această acțiune se manifestă foarte pregnant la nivelul sistemului nervos.

Efecte asupra metabolismului intermediar: glucidic — hiperglicemie; lipidic — efect hipocolesterolemiant; proteic — catabolism.

Efecte specifice pe sisteme și organe

Sistem sau organ	Efect
Aparat cardio-vascular	↑ forța și frecvența contracțiilor cardiace; vasodilatație
Mușchi scheletici	↑ tonusul, forța de contracție și promptitudinea răspunsului / reflex de tip miotatic
Aparat respirator	↑ amplitudinea și frecvența mișcărilor respiratorii
Sistem nervos	stimulează diferențierea neuronală, dezvoltarea normală a sinapselor, mielinizarea

Hipofuncția tiroidiană duce la consecințe variabile în funcție de vârstă. Dacă survine la copilul mic, se produce o încetinire a dezvoltării somatice și psihice care poate merge până la cretinism. Dacă survine la adult, se produce doar o diminuare a atenției, memoriei și capacității de învățare. Indiferent de vârstă, procesele energetice sunt reduse, metabolismul bazal este scăzut, iar țesuturile sunt îmbibate cu un edem mucos (mixedem), pielea devine uscată, îngroșată, se produce căderea părului, apare senzația de frig.

Hiperfuncția tiroidiană este caracterizată prin creșterea metabolismului bazal cu +100% și tulburări funcționale prin accentuarea efectelor fiziologice ale hormonilor. În anumite tipuri de hipertiroidism, bolnavii prezintă și protruzia globilor oculari (exoftalmie).

O altă afecțiune a glandei tiroide este gușa endemică. Gușa este o creștere anatomică a glandei, însoțită de obicei de hipofuncție. Cauza gușei este prezența în alimente și în apa de băut a unor substanțe chimice oxidante, numite substanțe gușogene. Acțiunea acestora se exercită în mod negativ, producând hipertrofia glandei numai în regiunile sărace în iod.

Reglarea secreției tiroidei se face printr-un mecanism de feedback hipotalamo-hipofizo-tiroidian.

Calcitonina. La nivelul tiroidei și paratiroidelor, au fost puse în evidență celule diferite de restul epiteliului glandular, numite celule „C“. Ele secretă un hormon hipocalcemiant (care ajută la fixarea Ca^{2+} în oase), numit calcitonină.

*Paratiroidele

Sunt patru glande mici, situate câte două pe fața posterioară a lobilor tiroidieni, conținând celulele principale care secretă parathormonul și celulele parafoliculare, identice cu celulele „C“ de la tiroidă, care secretă calcitonina.

Parathormonul (PTH) este activ asupra osului, rinichiului și tractului digestiv, fie prin efecte directe, fie prin efectele vitaminei D_3, a cărei secreție o controlează.

Hipercalcemia și hipofosfatemia sunt rezultatul efectelor conjugate ale PTH, prin activarea osteoclastelor, creșterea absorbției intestinale a calciului, stimularea reabsorbției tubulare a calciului în nefronul distal și înhibarea reabsorbției tubulare a fosfaților anorganici.

Hipercalcemia inhibă secreția de PTH, și invers. În caz de hipersecreție, are loc rarefierea oaselor care pot prezenta fracturi spontane, iar calciul aflat în exces în sânge se depune în țesuturi sau formează calculi urinari.

Calcitonina. Stimulul declanșator al secreției de CT este hipercalcemia, iar rezultatul global al efectelor sale este hipocalcemia.

CUVINTE CHEIE

istm tiroidian, coloid, folicul tiroidian, tireoglobulină, tirozină, tiroxină, triiodotironină, parathormon, calcitonină

Pancreasul endocrin

Pancreasul endocrin este implicat în controlul metabolismului intermediar al glucidelor, lipidelor și proteinelor prin hormonii secretați și constă din insule de celule endocrine — insulele Langerhans (fig. 61). Acestea conțin mai multe tipuri de celule secretorii, dintre care celulele α (20 %), care secretă **glucagon**, și celulele β (60–70 %), care secretă **insulină.**

Insulina a fost pentru prima oară descoperită de cercetătorul român Nicolae C. Paulescu în 1921. Pentru redescoperirea ei, în 1923, canadienii F.G. Banting și J.J.R. Macleod au primit Premiul Nobel.

Insulina este singurul hormon cu efect anabolizant pentru toate metabolismele intermediare și singurul hormon hipoglicemiant.

Deficitul de insulină (diabetul zaharat) constituie boală metabolică complexă, caracterizată prin

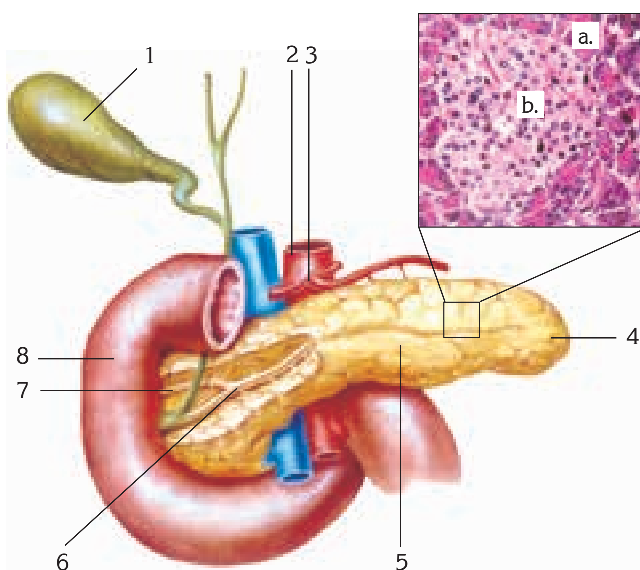


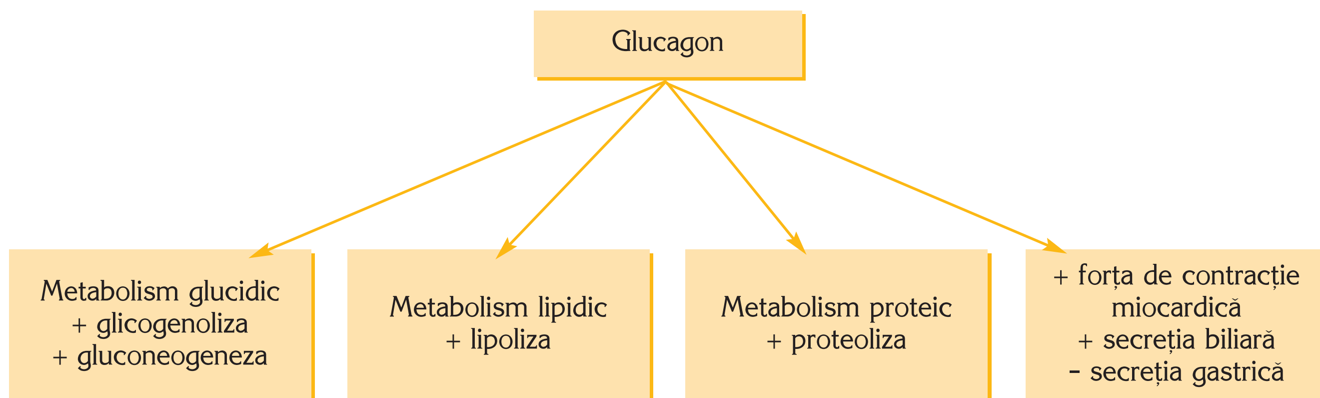
Fig. 61. Pancreasul: 1. vezica biliară; 2. aorta; 3. trunchi celiac; 4. coada pancreasului; 5. corpul pancreasului; 6. canal pancreatic principal; 7. canal accesor; 8. duoden; a. acini; b. insulă Langerhans.

Efectele metabolice ale insulinei

Metabolism	Ficat	Țesut adipos	Mușchi
Glucidic	↑ glicogenogeneza ↓ gluconeogeneza	↑ transportul de glucoză ↑ sinteza de glicerol	↑ transportul de glucoză ↑ glicoliza ↑ sinteza de glicogen
Lipidic	↑ lipogeneza	↑ sinteza trigliceride și acizi grași ↑ sinteza enzimelor lipogenetice ↓ lipoliza	
Proteic	↓ proteoliza		↑ captarea aminoacizilor ↑ sinteza proteică

prezența valorilor crescute ale glicemiei la determinări repetate și care, în evoluția ei prezintă hiperglicemie, glicozurie, poliurie, polidipsie, polifagie, dezechilibre acido-bazice și electrolitice. Complicațiile bolii provoacă și compromiterea morfofuncțională a unor țesuturi și organe de importanță vitală, cum ar fi sistemele nervos, cardiovascular sau excretor. Excesul de insulină se caracterizează prin hipoglicemie severă, care poate compromite dramatic funcția sistemului nervos.

Glucagonul și efectele sale sunt prezentate în următoarea schemă.



*Epifiza (glanda pineală)

Este situată între tuberculii cvadrigemeni superiori și intră în componența epitalamusului.

Anatomic și funcțional, are conexiuni cu epitalamusul, cu care formează un sistem neurosecretor epitalamo-epifizar.

Epifiza secretă **melatonina**, cu acțiune frenatoare asupra funcției gonadelor și **vasotocina**, cu puternică acțiune antigonadotropă, mai ales anti-LH. Extractele de epifiză au și efecte metabolice, atât în metabolismul lipidic, glucidic, proteic, cât și în cel mineral.

Epifiza are legături strânse cu retina. Stimulii luminoși produc, prin intermediul nervilor simpatici, o reducere a secreției de melatonină. La întuneric, secreția de melatonină crește, frânând funcția gonadelor.

*Timusul

Are un rol de glandă endocrină (fig. 62) în prima parte a ontogenezei, până la pubertate. Este o glandă cu structură mixtă, de epiteliu secretor și organ limfatic. Are localizare retrosternală. La pubertate, involuează, fără să dispară complet.

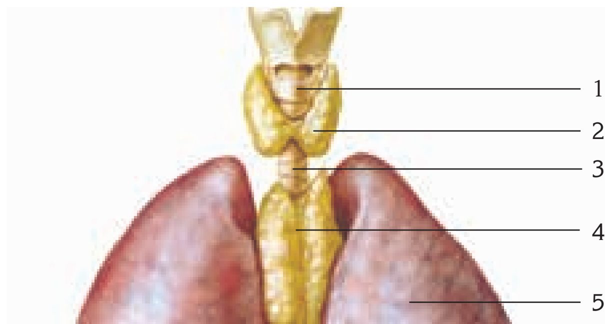


Fig. 62. Timusul: 1. laringe; 2. glanda tiroidă; 3. trahee; 4. timus; 5. plămân.

În organism are atât rol de organ limfatic central, cât și de glandă endocrină.

Deși nu au fost individualizați hormoni ca atare, se cunosc o serie de efecte ale extractelor de timus: 1. acțiune de frânare a dezvoltării gonadelor; 2. acțiune de stimulare a mineralizării osoase; 3. efecte de oprire a mitozelor.

Funcțiile timusului sunt puternic blocate de hormonii steroizi, care determină involuția acestui organ.

Unitatea histologică a timusului este lobulul timic format dintr-o rețea de celule reticulare, între care se află timocite. Acestea sunt celule hematoformatoare primordiale (stem), migrate din măduva hematogenă și transformate sub influența factorilor locali în celule limfoformatoare de tip T. Timocitele „însămânțează" organe limfoide periferice (ganglionii limfatici, splina, amigdalele etc.).

4. Mișcarea

Mișcarea, una dintre însușirile caracteristice ale organismelor vii, se realizează la om prin intermediul sistemului osteoarticular, cu rol pasiv, și al sistemului muscular, componenta activă; acestea asigură mișcările corpului, ale unor segmente ale sale și locomoția.

Sistemul osos

Osteogeneza și creșterea oaselor

Dezvoltarea oaselor are loc prin procesul de osteogeneză (fig. 63), care constă în transformarea țesutului cartilaginos sau conjunctivo-fibros al embrionului în scheletul osos al adultului.

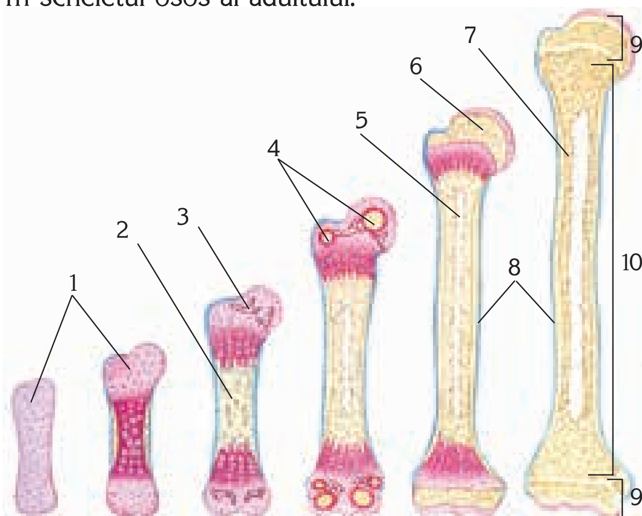


Fig. 63. Osteogeneza: 1. cartilaj hialin; 2. centru (punct) primar de osificare; 3. capilare epifizare; 4. centri secundari de osificare; 5. cavitate medulară; 6. os spongios; 7. os compact; 8. periost; 9. epifize; 10. diafiză.

După originea lor, oasele se pot împărți în oase de membrană, dezvoltate prin osificare desmală (endoconjunctivă), și oase de cartilaj, dezvoltate prin osificare encondrală.

Osificarea desmală — de membrană — dă naștere oaselor bolții cutiei craniene, parțial claviculelor și mandibulei. Această osificare realizează și creșterea în grosime a oaselor lungi pe seama periostului.

Osificarea encondrală dă naștere oaselor membrelor, oaselor scurte și oaselor bazei craniului; de asemenea, prin acest tip de osificare se realizează creșterea în lungime a osului la nivelul cartilajului de creștere, cartilajul diafizo-epifizar. În modelul cartilaginos al unui os lung apar centre de osificare, mai întâi în diafiză, ulterior și în epifize. Aceste centre se numesc puncte de osificare primitivă (primară).

Osificarea epifizelor începe mai târziu, după ce ele au ajuns aproape de dimensiunile definitive. Rămân cartilaginoase, până în jurul vârstei de 20 de ani, doar cartilajele de conjugare diafizoepifizare sau de creștere. Celulele acestor cartilaje proliferează numai spre diafiză, realizând astfel procesul de creștere în lungime a osului. Creșterea în grosime este realizată de zona internă, osteogenă, a periostului.

După ce procesul de creștere a încetat, epifizele rămân acoperite cu un strat subțire de cartilaj hialin, numit cartilaj articular. În jurul vârstei de 20–25 de ani, cartilajele de creștere sunt înlocuite de țesut osos, iar epifizele se sudează la diafize.

Scheletul

Scheletul reprezintă totalitatea oaselor așezate în poziție anatomică (vezi fig. 65).

După forma lor, oasele se clasifică în:

- oase lungi — predomină lungimea: humerus, radius, ulnă, femur, tibie, fibulă;
- oase late — predomină lățimea și înălțimea: parietal, frontal, occipital, stern, scapulă, coxal;
- oase scurte — cele trei dimensiuni sunt aproximativ egale: carpiene, tarsiene.

Există și oase, cum ar fi rotula, care se găsesc în grosimea unui tendon (tendonul cvadricepsului femural). Aceste oase se numesc sesamoide. Există, de asemenea, și oase alungite, cum ar fi coastele și clavicula, la care predomină lungimea, dar care nu prezintă diafiză și epifize, așa cum au oasele lungi.

Scheletul capului

Este alcătuit din neurocraniu, care adăpostește encefalul, și din viscerocraniu, unde se află atât segmentele periferice ale organelor de simț, cât și primele segmente ale aparatelor respirator și digestiv (fig. 64).

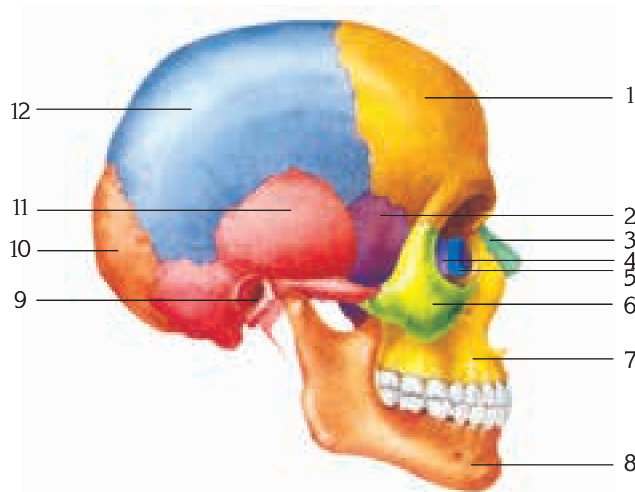


Fig. 64. Craniul: 1. frontal; 2. sfenoid; 3. nazal; 4. etmoid; 5. lacrimal; 6. zigomatic; 7. maxilar; 8. mandibulă; 9. canal auditiv extern; 10. occipital; 11. temporal; 12. parietal.

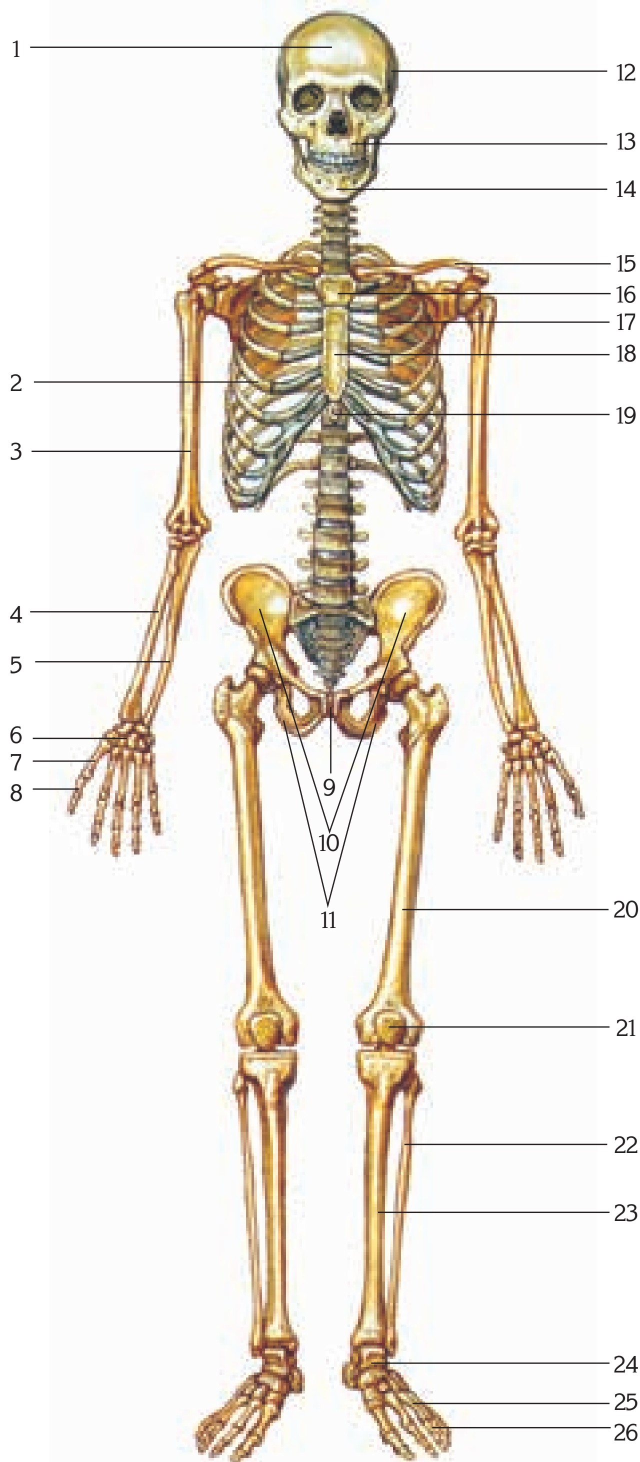


Fig. 65. Scheletul: 1. os frontal; 2. cutia toracică; 3. humerus; 4. radius; 5. ulna; 6. carpiene; 7. metacarpiene; 8. falange; 9. simfiza pubiană; 10. ilion; 11. ischion; 12. os temporal; 13. maxilar; 14. mandibulă; 15. clavicula; 16. manubriu; 17. omoplat; 18. corp sternal; 19. apendice xifoid; 20. femur; 21. rotulă; 22. fibulă; 23. tibie; 24. tarsiene; 25. metatarsiene; 26. falange.

Neurocraniul este alcătuit din patru oase nepereche – frontal, etmoid, sfenoid și occipital – și din două oase perechi – temporale și parietale.

Viscerocraniul este format din șase oase perechi (maxilare, palatine, nazale, lacrimale, zigomatice și cornetele nazale inferioare) și două oase nepereche (vomerul și mandibula).

Scheletul trunchiului

Este format din coloană vertebrală, stern, coaste și bazin. Bazinul este alcătuit din osul sacru și cele două oase coxale.

Coloana vertebrală

Reprezintă scheletul axial, fiind situată în partea mediană și posterioară a corpului. Îndeplinește un triplu rol: ax de susținere a corpului, protejarea măduvei spinării și executarea diferitelor mișcări ale trunchiului și capului. Cuprinde 5 regiuni: cervicală, toracală (dorsală), lombară, sacrală și coccigiană.

Vertebra tip prezintă, în partea sa anterioară, corpul vertebral, iar posterior, arcul vertebral, care este legat de corpul vertebral prin doi pediculi vertebrali. Aceștia din urmă, prin suprapunere, delimitează orificiile intervertebrale (de conjugare) prin care ies nervii spinali. Între corpul vertebral, pediculii vertebrali și arcul vertebral se află orificiul vertebral, care, prin suprapunere, formează canalul vertebral ce adăpostește măduva (fig. 66).

Osul sacru. Provine din sudarea celor cinci vertebre sacrale. Osul sacru este un os median, nepereche, de formă triunghiulară, cu baza în sus.

Fețele laterale ale sacrului prezintă o suprafață de articulare pentru osul coxal.

Vârful sacrului, îndreptat în jos, se unește cu baza coccisului.

Coccigele. Rezultă din fuzionarea celor 4-5 vertebre coccigiene.

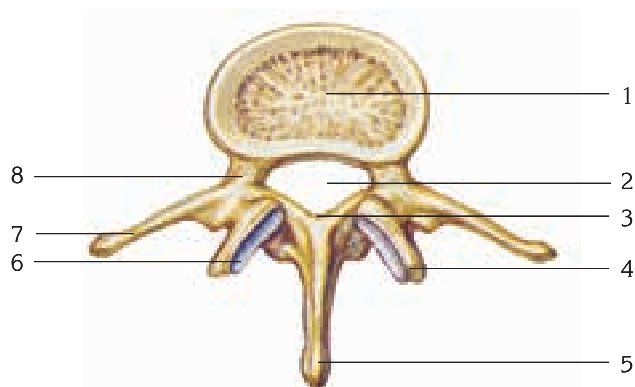


Fig. 66. Vertebră lombară: 1. corp; 2. orificiu vertebral; 3. arc vertebral; 4. apofiză articulară superioară; 5. apofiză spinoasă; 6. suprafață de articulare; 7. apofiză transversă; 8. pedicul vertebral.

Coloana vertebrală prezintă curburi atât în plan sagital, cât și în plan frontal (fig. 67). Curburile din plan sagital sunt numite lordoze, când au concavitatea posterior (regiunile cervicală și lombară), și cifoze, când concavitatea privește anterior (regiunile toracală și sacrală). Curburile în plan frontal se numesc scolioze și pot fi cu convexitatea la stânga sau la dreapta.

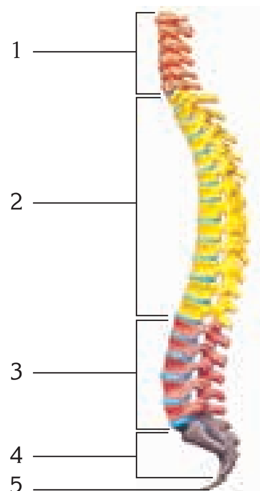


Fig. 67. Coloana vertebrală: 1. vertebre cervicale (7 - prima este numită atlas, iar a doua, axis); 2. vertebre toracale (12); 3. vertebre lombare (5); 4. osul sacru (5); 5. coccigele (4-5).

Scheletul toracelui

Toracele osos este format anterior de stern, posterior, de coloana vertebrală, iar lateral, de coaste.

Sternul este un os lat, situat anterior, pe linia mediană a toracelui. Este format din manubriu, corp și apendicele xifoid, care rămâne cartilaginos până în jurul vârstei de 40 de ani.

Coastele sunt arcuri osteocartilaginoase, situate în partea laterală a toracelui, întinse de la coloana vertebrală toracală până la stern. Sunt în număr de 12 perechi, fiind formate posterior dintr-un arc osos care se articulează cu vertebrele toracale, iar anterior, din cartilajul costal.

Primele 7 perechi sunt coaste adevărate, cartilajul lor articulându-se cu sternul. Perechile VIII, IX, X sunt coaste false, deoarece se articulează cu sternul prin intermediul cartilajului coastei VII. Ultimele două coaste nu au cartilaj și nu ajung la stern; se numesc coaste flotante (libere).

Posterior, scheletul toracelui este format de către cele 12 vertebre toracale.

Scheletul membrelor

Scheletul membrelor superioare este format din scheletul centurii scapulare și scheletul membrului superior liber (scheletul brațului, antebrațului și mâinii). Centura scapulară leagă membrul superior de torace și este formată din claviculă și scapulă (omoplat).

Clavicula este un os lung de forma literei „S“ culcată, care se articulează lateral cu scapula și medial cu manubriul sternal.

Scapula este un os lat, de formă triunghiulară, așezat cu baza în sus; lateral se articulează cu humerusul.

Scheletul brațului este alcătuit din osul humerus.

Scheletul antebrațului este alcătuit din două oase lungi: radiusul și ulna.

Scheletul mâinii este format din 8 oase carpiene, 5 metacarpiene și 14 falange (pentru degetul I — police — există numai două falange).

Scheletul membrelor inferioare este format din centura pelvină și scheletul membrului inferior propriu-zis.

Centura pelvină leagă membrul inferior de scheletul trunchiului și este formată din oasele coxale, care se articulează anterior între ele, formând simfiza pubiană, iar posterior, cu sacrul, formând bazinul — pelvisul osos.

Osul coxal provine din sudarea a trei oase: ilion, ischion și pubis; această sudare se datorează adaptării la stațiunea bipedă, membrele inferioare fiind diferențiate în vederea funcției de preluare a greutății corpului și de locomoție.

Scheletul coapsei este format din femur, cel mai lung os din corp.

Scheletul gambei este alcătuit din două oase: tibia, așezată medial și mai voluminoasă, și fibula, lateral.

Rotula este un os triunghiular, cu baza în sus, situat în tendonul mușchiului cvadriceps. Fața sa posterioară se articulează cu epifiza distală a femurului.

Scheletul piciorului este format din 7 oase tarsiene, 5 oase metatarsiene și 14 falange (numai două pentru degetul I — haluce).

Cuvinte cheie

vertebră, pediculi vertebrali, arc vertebral, orificiu vertebral, os sacru, coccige, cifoză, lordoză, stern, coastă, claviculă, scapulă, humerus, radius, ulnă, carpiene, metacarpiene, falange, ilion, ischion, pubis, tibia, femur, fibula, tarsiene, metatarsiene

Oasele îndeplinesc mai multe roluri funcționale:

1. **Rol de pârghii ale aparatului locomotor** (fig. 68). Asupra lor acționează mușchii, asigurând susținerea corpului și locomoția. Se constituie, astfel, pârghii de cele trei ordine: I — articulația craniului cu coloana vertebrală; II — articulația dintre oasele gambei și picior; III — articulația dintre osul brațului și cele ale antebrațului.

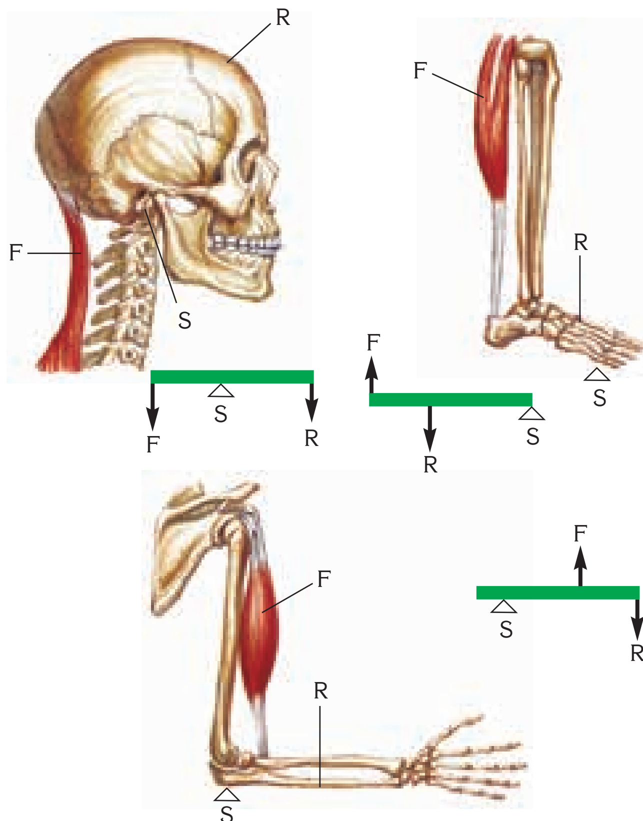


Fig. 68. Pârghii osteo-musculare:
F = forță; R = rezistență; S = sprijin.

2. **Rol de protecție a unor organe vitale**:
- cutia craniană pentru encefal;
- canalul rahidian pentru măduva spinării;
- cutia toracică pentru inimă și plămâni;
- bazinul osos pentru organele pelvine.

3. **Rol antitoxic.** Oasele rețin numeroase substanțe toxice (Hg, Pb, F) pătrunse accidental în organism și le eliberează treptat, fiind apoi eliminate renal. În felul acesta, concentrația sangvină a toxicului nu crește prea mult și sunt prevenite efectele nocive asupra altor organe.

4. **Rol de sediu principal al organelor hematopoietice.** La copii, toate oasele, iar la adult oasele late conțin măduva roșie, hematogenă. La adult, măduva din canalul central al diafizei oaselor lungi este galbenă (țesut adipos cu rol de rezervă), iar la vârstnici, este cenușie, nefuncțională.

5. **Rol în metabolismul calciului, fosforului și electroliților.** Oasele reprezintă principalul rezervor de substanțe minerale al organismului.

Compoziția chimică a oaselor

Osul conține 20 % apă și 80 % reziduu uscat. Este alcătuit dintr-o matrice organică solidă, care este foarte mult întărită de depozitele de săruri de calciu.

Matricea organică a osului. Este alcătuită 90-95 % din fibre de colagen, iar restul este un mediu omogen numit substanță fundamentală, împreună constituind oseina. Fibrele de colagen se extind în primul rând de-a lungul liniilor de forță de tensiune și dau osului marea sa rezistență la tensiune.

Sărurile minerale. Sunt reprezentate în special de fosfatul de calciu, iar cea mai importantă substanță cristalină este *hidroxiapatita*.

La nivelul oaselor au loc procese metabolice similare celorlalte organe. O particularitate metabolică o constituie marea afinitate a substanței fundamentale față de sărurile minerale.

CUVINTE CHEIE

pârghie, matrice organică, oseină, hidroxiapatită, calcificare

* Articulațiile

Articulațiile sunt organe de legătură între oase, fiind sediul mișcărilor. După gradul de mobilitate, articulațiile se împart în sinartroze și diartroze.

Sinartrozele

Sunt articulații fixe, imobile; nu posedă cavitatea articulară. În acest tip de articulații se execută mișcări foarte reduse. După tipul țesutului care se interpune între cele două oase care se articulează, distingem *sindesmoze* — se interpune țesut fibros (suturile craniene), *sincondroze* — se interpune țesut cartilaginos (simfizele) și *sinostoze* — se interpune țesut osos (sindesmoze și sincondroze osificate cu vârsta).

Diartrozele

Sunt articulații care posedă un grad variabil de mobilitate și se împart în amfiartroze (articulații semimobile) și artrodii (articulații mobile).

Amfiartrozele au suprafețe articulare plane sau ușor concave (articulațiile dintre corpurile vertebrale care se fac prin interpunerea discurilor intervertebrale).

Artrodiile sunt articulații sinoviale, cu o mare mobilitate (fig. 69).

La nivelul unei articulații mobile, mișcările depind de forma suprafețelor articulare.

Ele se pot realiza în jurul unui ax, a două axe sau a trei axe.

Artrodiile prezintă mai multe elemente structurale:
- suprafețe articulare;
- capsula articulară;
- membrana sinovială;
- cavitatea articulară;
- ligamente articulare.

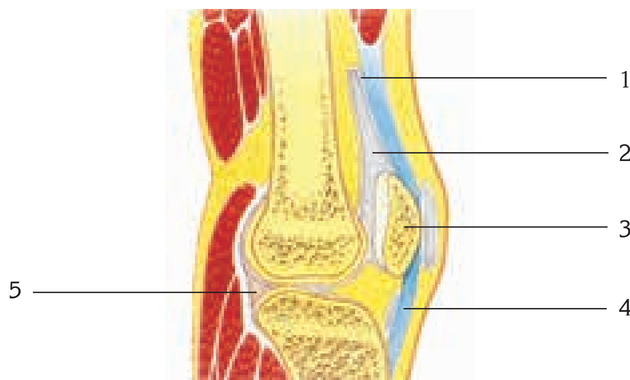


Fig. 69. Articulația genunchiului: 1. membrana sinovială; 2. cavitate articulară; 3. rotula; 4. ligament articular; 5. menisc.

CUVINTE CHEIE

sinartroze, sindesmoze, sinostoze, sincondroze, diartroze, amfiartroze, artrodii

Sistemul muscular

Sistemul muscular este format din mușchi, care sunt organe active ale mișcării. Acest rol este realizat de către musculatura scheletică — somatică — având în structura sa țesut muscular striat. Mușchii au forme variate. Se descriu mușchi fusiformi — biceps, triceps, mușchi triunghiulari — piramidal al abdomenului, mușchi de formă patrulateră — marele drept abdominal și marele dorsal, în formă de cupolă — diafragma, în formă de trapez — mușchiul trapez, mușchi circulari — orbicularul buzelor și cel al pleoapelor, sfincterele.

*Structura mușchiului

Mușchii scheletici (fig. 70) prezintă o porțiune centrală musculară, mai voluminoasă, numită corpul mușchiului, și două extremități de culoare alb-sidefie, numite tendoane, care au în structura lor țesut fibros. Unul dintre tendoane se inseră pe osul fix și se numește *originea* mușchiului, iar celălalt se prinde de osul mobil și se numește *inserția* mușchiului. În general, originea este unică, dar se cunosc și mușchi cu mai multe origini: biceps, triceps, cvadriceps. Corpul mușchiului este format din fibre musculare striate. La exteriorul corpului muscular se află o membrană conjunctivă, numită fascia mușchiului. Sub aceasta se află o lamă de țesut conjunctiv, *epimisium*, din care pornesc, în interior, septuri conjunctive, *perimisium*; teci fine de țesut conjunctiv învelesc fiecare fibră musculară — *endomisium*.

Mușchiul are o bogată vascularizație.

Inervația mușchiului este dublă, somatică și vegetativă. Inervația vegetativă determină reacții vasomotorii.

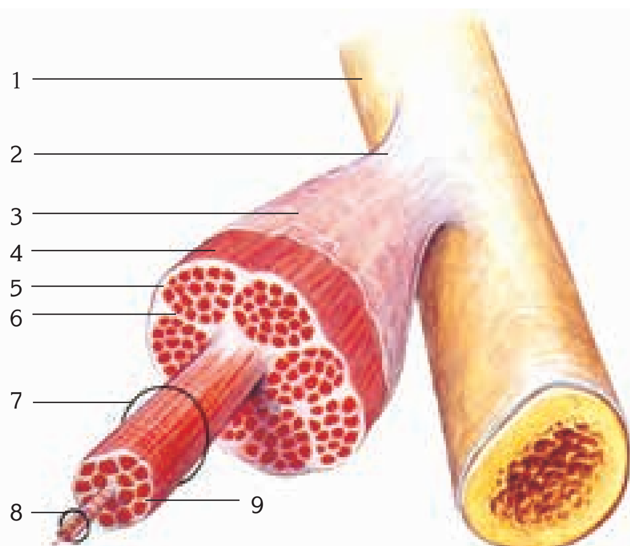


Fig. 70. Structura mușchiului: 1. periost; 2. tendon; 3. fascie; 4. mușchi scheletic; 5. epimisium; 6. perimisium; 7. fascicul; 8. fibră musculară; 9. endomisium.

Principalele grupe de mușchi scheletici

Mușchii scheletici sunt grupați în mușchii capului, gâtului, trunchiului și membrelor (fig. 71).

Mușchii capului

La cap se descriu două categorii de mușchi: mușchii mimicii, care, prin contracția lor, determină diferite expresii ale feței, și mușchii maseteri, care intervin în realizarea actului masticației.

Mușchii gâtului

În regiunea anterolaterală a gâtului se află o serie de mușchi, așezați pe mai multe planuri, care, dinspre suprafață spre profunzime, sunt: mușchiul pielos al gâtului, care încrețește pielea gâtului, apoi mușchiul sternocleidomastoidian.

Mușchii trunchiului

Mușchii trunchiului se grupează în mușchii spatelui și ai cefei, mușchii anterolaterali ai toracelui și mușchii anterolaterali ai abdomenului.

Mușchii spatelui și ai cefei. În plan superficial, superior se află mușchii trapezi.

Inferior de mușchii trapezi se află marii dorsali.

Mușchii anterolaterali ai toracelui. În partea anterioară a toracelui se găsesc cei doi mușchi pectorali — marele și micul pectoral.

Mai profund se află mușchiul subclavicular și dințatul mare — situat lateral.

În spațiile intercostale se găsesc mușchii intercostali externi și interni.

La baza cutiei toracice se află diafragma, un mușchi lat, care separă cutia toracică de cavitatea abdominală, având o față boltită spre torace și o față concavă spre abdomen.

Mușchii anterolaterali ai abdomenului. Sunt mușchi lați. De o parte și de alta a liniei mediane se află mușchii drepți abdominali. Anterior față de fiecare mușchi drept abdominal, se află mușchiul piramidal.

Lateral de mușchii drepți abdominali, se află mușchii oblic extern, oblic intern și transvers al abdomenului.

Mușchii membrelor

Mușchii membrului superior

Sunt grupați în mușchi ai: umărului, brațului, antebrațului și mâinii.

Principalul mușchi al umărului, deltoidul, este situat imediat sub piele și ridică membrul superior până la orizontală, realizând abducția brațului.

La nivelul brațului distingem anterior mușchiul biceps brahial, mușchiul brahial și mușchiul coracobrahial.

Posterior, la braț găsim mușchiul triceps.

Mușchii anteriori ai antebrațului sunt flexori ai antebrațului și ai mâinii și pronatori ai mâinii. Unii sunt flexori ai degetelor.

Mușchii posteriori și laterali ai antebrațului sunt extensori ai antebrațului, mâinii și degetelor.

Mâna posedă un aparat muscular complex și are mușchi numai pe fața sa palmară și în spațiile interosoase.

Mușchii membrului inferior

La membrul inferior se descriu mușchii bazinului, mușchii coapsei, mușchii gambei și mușchii piciorului.

În jurul articulației șoldului se găsesc mușchii fesieri.

La coapsă, mușchii sunt grupați în loja anteromedială, loja posterioară și loja laterală.

În loja anterioară se află mușchiul croitor, care este cel mai lung mușchi al corpului. Sub mușchiul croitor se găsește cvadricepsul.

În partea medială a coapsei găsim cei trei mușchi adductori – mare, scurt și lung, și mușchiul drept medial. Acești patru mușchi, prin contracție, apropie coapsele între ele – adducție.

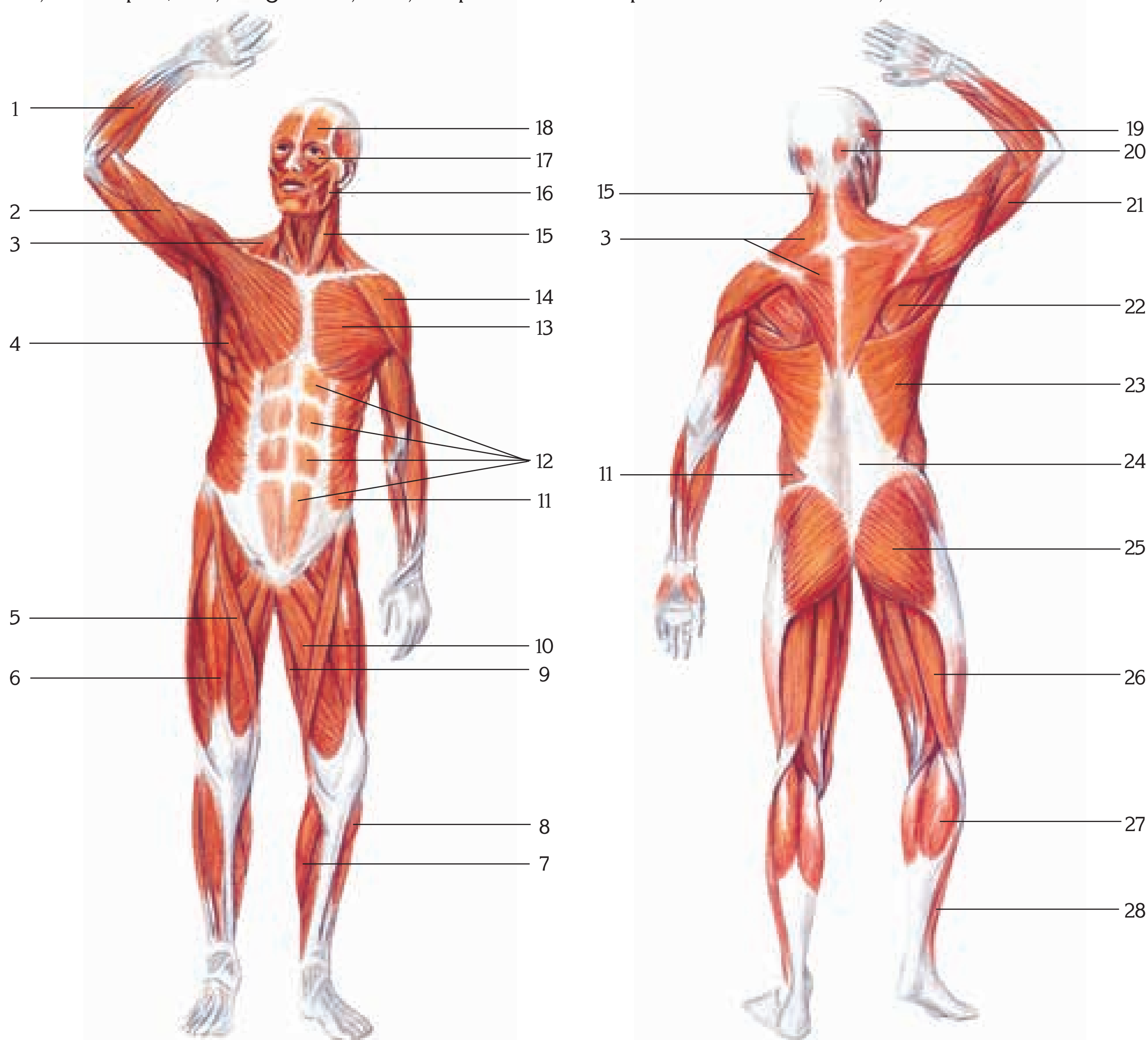


Fig. 71. Mușchii scheletici: 1. mușchii antebrațului; 2. mușchiul biceps brahial; 3. mușchiul trapez; 4. mușchiul dințat; 5. mușchiul croitor; 6. mușchiul cvadriceps femural; 7. mușchii grupului posterior al gambei; 8. mușchii grupului anterior al gambei; 9. mușchiul drept medial; 10. mușchiul adductor lung; 11. mușchiul oblic extern; 12. mușchiul drept abdominal; 13. mușchiul pectoral mare; 14. mușchiul deltoid; 15. mușchiul sternocleidomastoidian; 16. mușchiul maseter; 17. mușchiul orbicular al pleoapelor; 18. mușchiul frontal; 19. mușchiul temporal; 20. mușchiul occipital; 21. mușchiul triceps brahial; 22. romboid; 23. mușchiul mare dorsal; 24. aponevroză lombară; 25. mușchii fesieri; 26. mușchiul biceps femural; 27. mușchiul gastrocnemian; 28. mușchiul solear.

În loja posterioară se află mușchii biceps femural, semitendinos și semimembranos.

Mușchii gambei sunt grupați într-o lojă anterolaterală și o lojă posterioară. În loja anterioară se află mușchii tibial anterior și extensori ai degetelor.

În loja laterală se află mușchii peronieri scurt și lung.

Loja posterioară prezintă, în plan superficial, mușchiul gastrocnemian care, împreună cu solearul, formează tricepsul sural.

În planul profund se află mușchii tibial posterior și flexori ai degetelor. Ei fac extensia labei piciorului și flexia degetelor.

Mușchii piciorului sunt așezați atât pe fața dorsală, cât și pe fața plantară.

Fiziologia mușchilor scheletici

Mușchii scheletici asigură tonusul, postura, echilibrul, mimica și mișcările voluntare. Componenta efectorie a reflexelor somatice de tonus, postură, echilibru și redresare, precum și a activității motorii voluntare, a expresiei stărilor afectiv emoționale și limbajului o reprezintă mușchiul striat somatic.

Mușchii scheletici reprezintă aproximativ 40 % din masa organismului.

Proprietățile mușchilor

Contractilitatea (fig. 72) este proprietatea specifică mușchiului și reprezintă capacitatea de a dezvolta tensiune între capetele sale sau de a se scurta. Baza anatomică a contractilității este sarcomerul, iar baza moleculară o constituie proteinele contractile. Sarcomerul este unitatea morfofuncțională a miofibrilei și este cuprins între două membrane Z.

* *Excitabilitatea* se datorează proprietăților membranei celulare (permeabilitate selectivă, conductanță ionică, polarizare electrică, pompe ionice). Mușchii răspund la un stimul printr-un potențial de acțiune propagat, urmat de contracția caracteristică. Între manifestarea electrică de la nivelul membranei fibrei musculare și fenomenele mecanice de la nivelul sarcomerului se produce un lanț de reacții fizico-chimice, numit cuplaj excitație-contracție.

* *Extensibilitatea* este proprietatea mușchiului de a se alungi pasiv sub acțiunea unei forțe exterioare. Substratul anatomic al extensibilității îl reprezintă fibrele conjunctive și elastice din mușchi.

* *Elasticitatea* este proprietatea specifică mușchilor de a se deforma sub acțiunea unei forțe și de a reveni pasiv la forma de repaus atunci când forța a încetat să acționeze. Baza anatomică a acestei proprietăți o reprezintă fibrele elastice din structura perimisiumului.

* *Tonusul muscular* este o stare de tensiune permanentă, caracteristică mușchilor care au inervație motorie somatică și senzitivă intacte. După denervare, tonusul mușchilor scheletici dispare. Tonusul muscular este de natură reflexă.

Contracții ale fibrei musculare striate:

• *izometrice* — lungimea mușchiului rămâne neschimbată, dar tensiunea crește foarte mult. În timpul acestui tip de contracție, mușchiul nu prestează lucru mecanic extern; toată energia chimică se pierde sub formă de căldură plus lucru mecanic intern. Exemplu de contracție izometrică este susținerea posturii corpului;

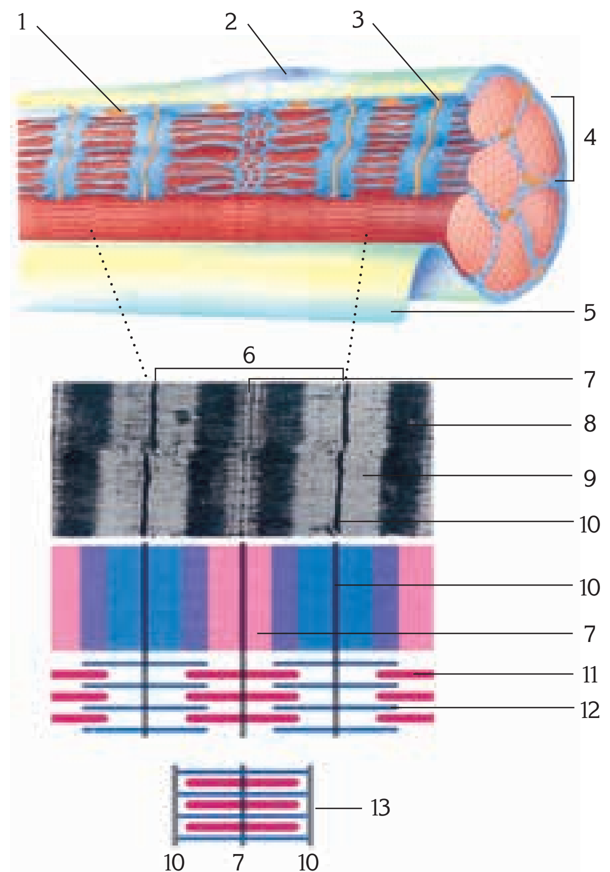


Fig. 72. Contracție (cu formarea complexelor actină-miozină): 1. mitocondrie; 2. nucleu; 3. saci de stocare a calciului; 4. miofibrilă; 5. sarcolemă; 6. sarcomer relaxat; 7. banda H luminoasă; 8. disc întunecat (bandă A); 9. disc clar (bandă I); 10. membrană Z; 11. filament de miozină; 12. filament de actină; 13. sarcomer în contracție.

• *izotonice* — lungimea mușchiului variază, iar tensiunea rămâne constantă. Mușchii realizează lucru mecanic. Aceste contracții sunt caracteristice majorității mușchilor sheletici;

• *auxotonică* — variază și lungimea și tensiunea mușchiului. În timpul unei activități obișnuite, fiecare mușchi trece prin faze izometrice, izotonice și auxotonice.

Manifestările contracției musculare

1. *Manifestările electrice* sunt reprezentate de potențialul de acțiune al fibrei musculare. Stimularea fibrelor musculare pe cale naturală (de la placa motorie) sau artificială (cu curent electric) provoacă apariția unui potențial de acțiune propagat în lungul fibrei cu o viteză de 30 m/s. Potențialele de acțiune ale unei unități motorii se sumează, dând potențialele de placă motorie. Activitatea electrică a întregului mușchi sau a unităților motorii componente poate fi înregistrată, obținându-se electromiograma.

2. *Manifestările chimice* sunt inițiate prin mecanismul de cuplare excitație-contracție. Procesele chimice din mușchi asigură energia necesară proceselor mecanice. Metabolismul muscular este anaerob în primele 45–90 de secunde ale unui efort moderat sau intens, timp necesar aparatului cardiovascular să regleze aportul de oxigen. După primele 2 minute de efort, necesitățile energetice sunt satisfăcute în cea mai mare parte aerob.

3. *Manifestările mecanice* (fig. 73) se studiază cu ajutorul miografului. Aplicarea unui stimul unic, cu valoare prag, determină o contracție musculară unică, numită secusă musculară, care are următoarele componente:

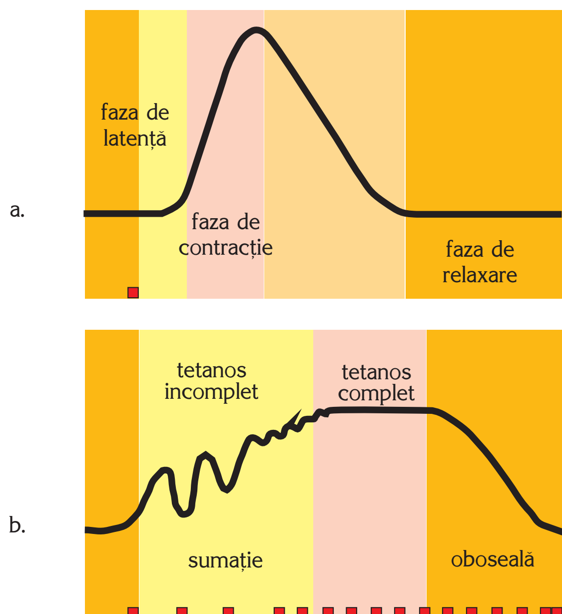


Fig. 73. Contracția musculară: a. secusă; b. tetanos.

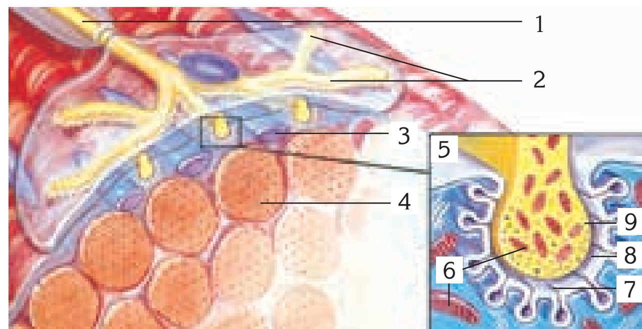


Fig. 74. Joncțiune neuro-musculară: 1. fibră neuronală motorie; 2. ramificații nervoase; 3. nucleul fibrei musculare; 4. miofibrilă; 5. placă motorie; 6. mitocondrii; 7. fanta joncțiunii; 8. placă motorie (joncțiunea neuro-musculară); 9. vezicule sinaptice.

a. *faza de latență*: durează din momentul aplicării excitantului și până la apariția contracției. În timpul acestei faze, are loc manifestarea electrică a contracției, a cărei durată depinde de tipul de mușchi, fiind de la cca 0,01 s la mușchiul striat;

b. *faza de contracție* durează în medie 0,04 s;

c. *faza de relaxare* durează 0,05 s.

Secusa poate fi izometrică sau izotonică. Durata totală a secusei este de 0,1 s, iar amplitudinea ei variază proporțional cu intensitatea stimulului aplicat, până la o valoare maximă. Acest fapt se explică prin antrenarea în contracție a unui număr tot mai mare de fibre musculare, pe măsură ce intensitatea stimulului crește.

Dacă, în loc de stimulare unică, se folosesc stimuli repetitivi, la intervale mici și regulate, curba rezultată nu mai este o secusă, ci o sumație de secuse numit tetanos (contracție tetanică):

a. *incomplet,* al cărui grafic prezintă un platou dințat, exprimând sumarea incompletă a secuselor la stimularea repetitivă cu frecvență joasă de 10–20 stimuli/secundă;

b. *complet,* al cărui grafic prezintă un platou regulat, exprimând sumația totală a secuselor, obținută prin aplicarea stimulilor cu o frecvență mult mai mare: 50–100 stimuli/secundă.

Toate contracțiile voluntare ale mușchilor din organism sunt tetanosuri și nu secuse, deoarece comanda voluntară se transmite la mușchi prin impulsuri cu frecvență mare. Există însă în organism și situații în care contracția este o secusă: frisonul, sistola cardiacă, contracția obținută în urma reflexului miotatic.

4. *Manifestările termice* ale contracției se datorează fenomenelor biochimice din fibra musculară. Randamentul contracției masei musculare este de 30 %, ceea ce înseamnă că 70 % din energia chimică se transformă în energie calorică.

B. Funcțiile de nutriție

1. Digestia și absorbția

Sistemul digestiv este alcătuit din organe la nivelul cărora se realizează digestia alimentelor, transformarea lor în produși absorbabili și eliminarea resturilor neabsorbite.

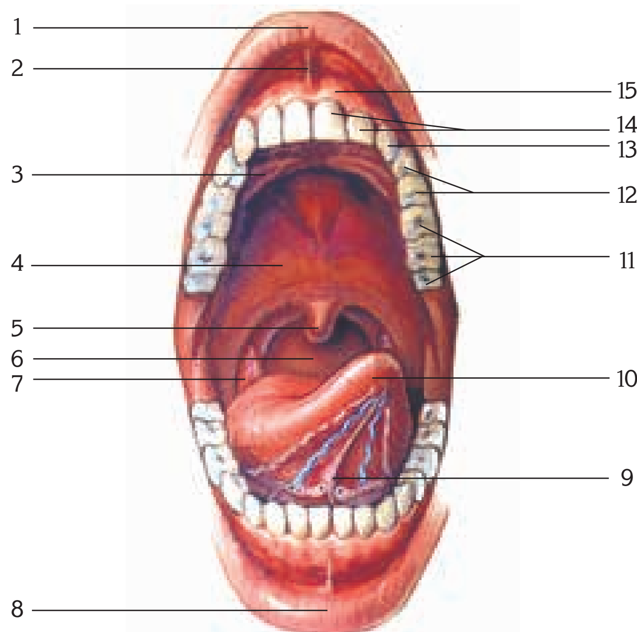


Fig. 75. Cavitatea bucală: 1. buza superioară; 2. frenul buzei superioare; 3. palatul dur; 4. palatul moale; 5. lueta; 6. cavitatea faringiană; 7. amigdala palatină; 8. buza inferioară; 9. frenul lingual; 10. limba; 11. molari; 12. premolari; 13. canin; 14. incisivi; 15. gingie.

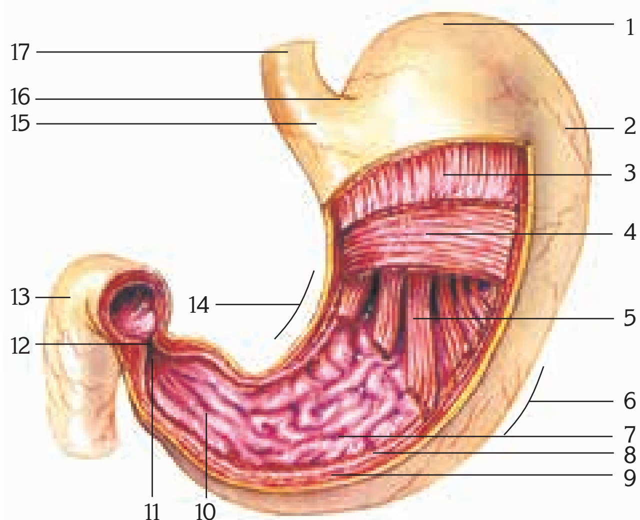


Fig. 76. Stomacul: 1. fundul stomacului; 2. corp gastric; 3. mușchi longitudinal; 4. mușchi circular; 5. mușchi oblic; 6. marea curbură; 7. plicile mucoasei; 8. mucoasă; 9. submucoasă; 10. antru piloric; 11. canal piloric; 12. sfincter piloric; 13. duoden; 14. curbura mică; 15. adventice; 16. cardia; 17. esofag.

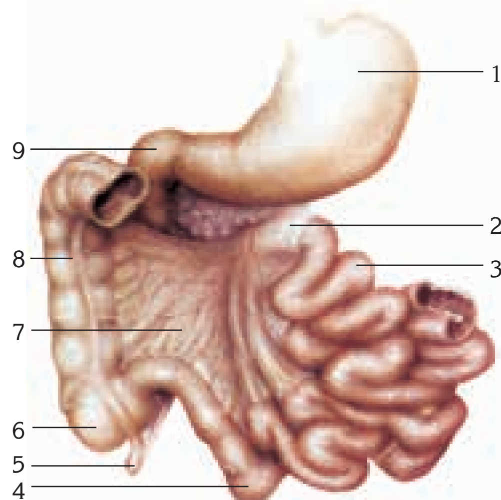


Fig. 77. Intestinul subțire: 1. stomac; 2. flexura duodeno-jejunală; 3. jejun; 4. ileon; 5. apendice vermiform; 6. cec; 7. mezenter; 8. colon ascendent; 9. duoden.

Sistemul digestiv este alcătuit din tubul digestiv și glandele anexe.

1. Tubul digestiv, format din:

- cavitatea bucală (fig. 75);
- faringe (nazo-, oro- și laringofaringe), segment comun sistemelor digestiv și respirator;
- esofag;
- stomac (fig. 76);
- intestinul subțire (fig. 77), din trei porțiuni – duoden, jejun și ileon;

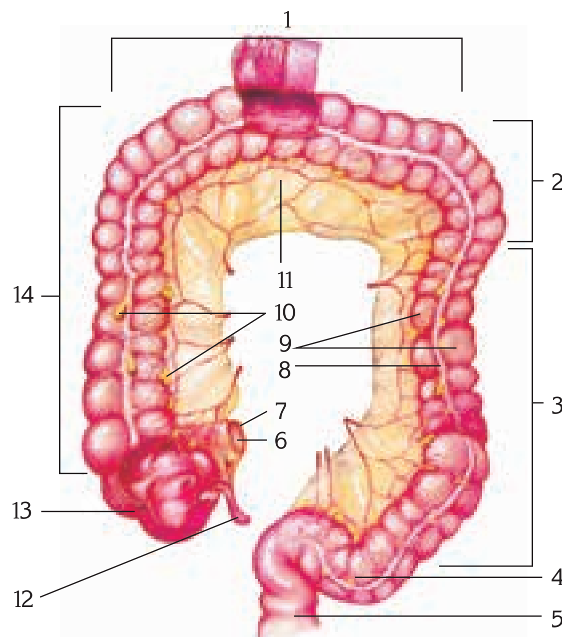


Fig. 78. Intestinul gros: 1. colon transvers; 2. flexura colică stângă; 3. colon descendent; 4. colon sigmoid; 5. rect; 6. valvulă ileo-cecală; 7. ileon; 8. tenii (benzi musculare); 9. haustre; 10. apendice epiploice (adipoase); 11. mezocolon; 12. apendice vermiform; 13. cec; 14. colon ascendent.

- intestinul gros, tot cu trei porțiuni — cec, colon (ascendent, transvers, descendent, sigmoid) și rect (fig. 78).

2. Glandele anexe tubului digestiv:

- salivare (submandibulare, sublinguale, parotide);
- ficatul;
- pancreasul (fig. 79).

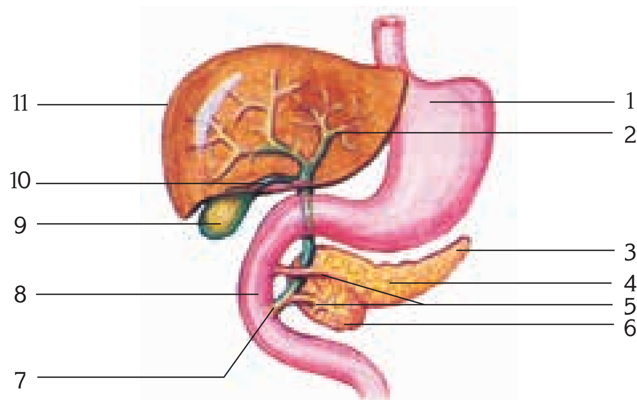


Fig. 79. Ficatul și pancreasul: 1. stomac; 2. canale hepatice; 3. coada pancreasului; 4. corpul pancreasului; 5. canale pancreatice (principal Wirsung și accesor Santorini); 6. capul pancreasului; 7. sfincter Oddi; 8. duoden; 9. vezica biliară; 10. canal cistic; 11. ficat.

Digestia

Tubul digestiv asigură aportul continuu de apă, electroliți și substanțe nutritive necesare organismului, prin: 1. deplasarea alimentelor; 2. secreția sucurilor digestive și digestia alimentelor; 3. absorbția produșilor de digestie, a apei și a electroliților.

Digestia bucală

Activitatea motorie a cavității bucale constă din masticație și din timpul bucal al deglutiției.

Masticația

Masticația este un act reflex involuntar, care se poate desfășura și sub control voluntar. Reflexul masticator este coordonat de centri nervoși din trunchiul cerebral.

Rolurile masticației: 1. fragmentarea alimentelor, facilitând deglutiția și creșterea suprafeței de contact dintre alimente și enzimele digestive; 2. formare, lubrifierea și înmuierea bolului alimentar; 3. asigură contactul cu receptorii gustativi și eliberarea substanțelor odorante care vor stimula receptorii olfactivi, inițiind secreția gastrică.

Secreția salivară

Activitatea secretorie a cavității bucale se datorează glandelor salivare.

Compoziția salivei. Zilnic, se secretă 800–1 500 mL de salivă care conțin 99,5 % apă și 0,5 % reziduu uscat; acesta este alcătuit din substanțe anorganice (0,2 %) și substanțe organice (0,3%). Principalii electroliți din salivă sunt: Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, HPO_4^{3-}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, a căror concentrație, cu excepția K^+, este mai mică decât în plasma sangvină. Principalele substanțe organice sunt: amilaza salivară, mucina, lizozimul.

Funcțiile salivei. 1. Protecția mucoasei bucale prin: răcirea alimentelor fierbinți, diluarea eventualului HCl sau a bilei care ar regurgita în cavitatea bucală, îndepărtarea unor bacterii;

2. Digestiv: saliva începe procesul de digestie al amidonului. α amilaza produce digestia chimică a amidonului preparat, care este hidrolizat în trepte până la stadiul de maltoză. Această enzimă va fi inactivată de *p*H-ul intragastric scăzut.

3. Înlesnește masticația, lubrifiază alimentele, ușurând deglutiția; umectează mucoasa bucală, favorizând vorbirea.

4. Excreția unor substanțe endogene (uree, creatinină, acid uric), exogene (metale grele sau agenți patogeni) și rol bactericid prin lizozim.

5. Elaborarea senzației gustative prin dizolvarea substanțelor cu gust specific pe suprafața receptivă a analizatorului gustativ.

6. Joacă rol important în menținerea echilibrului hidroelectrolitic.

Ca urmare a transformărilor din cavitatea bucală, alimentele sunt omogenizate, imbibate cu mucus și formează *bolul alimentar.*

Deglutiția

Deglutiția (fig. 80) cuprinde totalitatea activităților motorii care asigură transportul bolului alimentar din cavitatea bucală în stomac. Este un act reflex care se desfășoară în trei timpi.

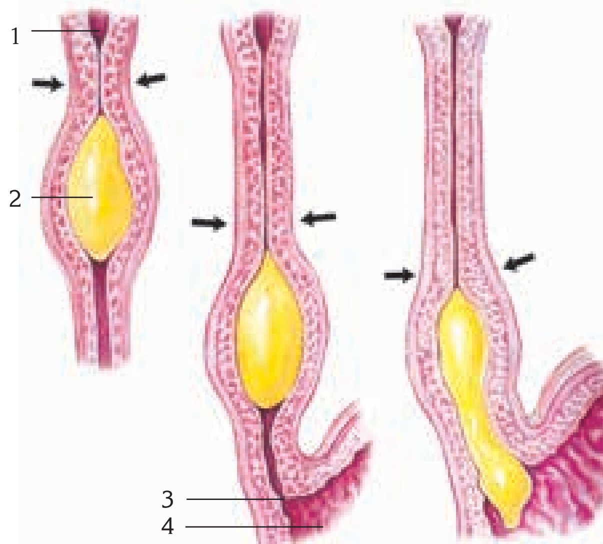


Fig. 80. Deglutiția: 1. esofag; 2. bol alimentar; 3. cardia; 4. stomac.

1. *Timpul bucal (voluntar)*. În momentul în care alimentele sunt gata pentru a fi înghițite, ele sunt în mod voluntar împinse în faringe. De acum încolo, procesul deglutiției devine în întregime, sau aproape, un act automat și, în mod obișnuit nu mai poate fi oprit.

2. *Timpul faringian*. Bolul stimulează ariile receptoare din jurul intrării în faringe. Impulsurile de la acest nivel ajung la trunchiul cerebral și inițiază o serie de contracții faringiene musculare automate, care au ca rezultat prevenirea pătrunderii alimentelor în trahee, alimentele deplasându-se liber spre esofag. Întreg procesul durează 1-2 secunde. Etapele succesive ale deglutiției sunt controlate automat de centrul deglutiției.

Centrul deglutiției inhibă specific centrul respirator bulbar pe durata deglutiției, oprind respirația în orice punct al ciclului respirator.

3. *Timpul esofagian*. Esofagul are în principal rolul de a transporta alimentele din faringe în stomac, iar mișcările lui sunt organizate specific în vederea acestei funcții. În mod normal, esofagul prezintă două tipuri de mișcări peristaltice: peristaltism primar și peristaltism secundar. Peristaltismul primar este declanșat de deglutiție și începe când alimentele trec din faringe în esofag; este coordonat vagal. Peristaltismul secundar se datorează prezenței alimentelor în esofag și continuă până când alimentele sunt propulsate în stomac; este coordonat de sistemul nervos enteric al esofagului.

Pe măsură ce unda peristaltică se deplasează spre stomac, o undă de relaxare, transmisă prin neuroni mienterici inhibitori, precedă contracția. Întreg stomacul și, într-o măsură mai mică, chiar și duodenul se relaxează când această undă ajunge la nivelul esofagului inferior, pregătind astfel cavitățile respective pentru primirea alimentelor.

La capătul terminal al esofagului, pe o porțiune de 2-5 cm deasupra joncțiunii cu stomacul, musculatura circulară esofagiană este îngroșată, funcționând ca un sfincter.

Acest sfincter prezintă o contracție tonică și este destins prin relaxarea receptivă. Contracția acestui sfincter contribuie la prevenirea unui reflux gastroesofagian.

Cuvinte cheie

masticație, deglutiție, bol alimentar, amilază, lizozim, dextrine, maltoză, timp bucal, timp faringian, timp esofagian, undă peristaltică, undă de relaxare

Digestia gastrică

În stomac, alimentele suferă consecința activităților motorii și secretorii ale acestuia, care produc transformarea bolului alimentar într-o pastă omogenă numită *chim gastric*.

Motilitatea gastrică

Activitatea motorie a stomacului (motilitatea gastrică; fig. 81) realizează: 1. stocarea alimentelor ca urmare a relaxării receptive; 2. amestecul alimentelor cu secrețiile gastrice; 3. evacuarea conținutului gastric în duoden.

Peristaltismul. Contracțiile peristaltice, inițiate la granița dintre fundul și corpul gastric, se deplasează caudal, determinând propulsia alimentelor către pilor. Forța contracțiilor peristaltice este controlată de acetilcolină și de gastrină.

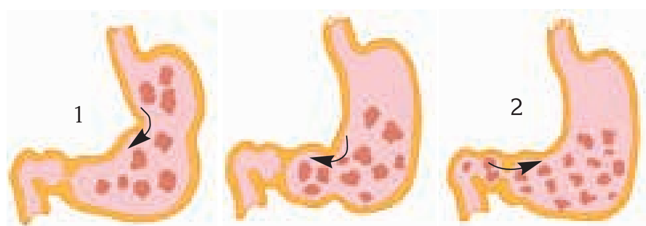


Fig. 81. Motilitatea gastrică: 1. peristalism; 2. retropulsia gastrică.

Retropulsia. Cuprinde mișcările de du-te-vino ale chimului, determinate de propulsia puternică a conținutului gastric către sfincterul piloric închis. Are rol important în amestecul alimentelor cu secrețiile gastrice.

Activitatea secretorie a stomacului

Secrețiile gastrice continuă procesele digestive începute în cavitatea bucală; cantitatea secretată zilnic este de aproximativ 2 L și este un lichid incolor cu *p*H-ul cuprins între 1 și 2,5 la adulți. Conține apă (99 %) și reziduu uscat, alcătuit din substanțe anorganice (0,6 %) și organice (0,4 %).

Celulele secretorii gastrice se află la nivelul glandelor gastrice, situate în mucoasa gastrică. Există două tipuri de glande gastrice.

a. *Oxintice* — localizate la nivelul fundului și corpului gastric. Secretă HCl, factor intrinsec (glicoproteină necesară pentru absorbția ileală a vitaminei B12) pepsinogen și mucus.

b. *Pilorice* — localizate în regiunile antrală și pilorică. Conțin celule G (care eliberează gastrină) și celule mucoase (secretă mucus).

A. **Substanțele anorganice.** Prezența acidului clorhidric este caracteristică sucului gastric. În condiții bazale, secreția sa variază între 1 și 5 mEq/oră HCl liber sau combinat cu proteine.

HCl este necesar pentru digestia proteinelor, asigurarea unui *p*H optim pentru acțiunea pepsinei, activarea pepsinogenului, reducerea Fe^{3+} la Fe^{2+}, mai ușor absorbabil, împiedicarea proliferării intragastrice a unor bacterii patogene. Substanțe care stimulează secreția de HCl sunt: acetilcolina, secretina și gastrina. Inhibarea secreției se datorează somatostatinei eliberată din neuroni ai sistemului nervos enteric.

B. Principalele **substanțe organice** din secrețiile gastrice sunt enzimele și mucina.

Secreția de pepsinogen. Pepsina, forma activă a pepsinogenului, este o enzimă proteolitică, activă în mediu acid (*p*H optim 1,8–3,5), care inițiază procesul de digestie a proteinelor. Pepsinogenul este activat de contactul cu HCl sau cu pepsina anterior formată. Pepsina scindează proteinele care vor fi transformate în aminoacizi.

Labfermentul este secretat numai la sugar. Rolul său este de a coagula laptele, pregătindu-l pentru digestia ulterioară. Sub acțiunea lui și în prezența Ca^{2+}, cazeinogenul solubil se transformă în paracazeinat de calciu, insolubil.

Lipaza gastrică este o enzimă lipolitică cu activitate slabă, hidrolizând numai lipidele ingerate sub formă de emulsie, pe care le separă în acizi grași și glicerol.

Gelatinaza hidrolizează gelatina.

Mucusul este o glicoproteină secretată de celulele mucoase, cu rol în protecția mucoasei gastrice, atât mecanic, cât și chimic, față de acțiunea autodigestivă a HCl și a pepsinei.

La nivel gastric are loc absorbția unor substanțe, precum cele foarte solubile în lipide, etanol, apă și, în cantități extrem de mici, sodiu, potasiu, glucoză și aminoacizi.

Digestia la nivelul intestinului subțire

Activitatea motorie la nivelul intestinului subțire

Mișcările de la nivelul intestinului subțire sunt contracții de amestec și contracții propulsive.

Contracțiile de amestec (contracțiile segmentare) fragmentează chimul de 8-12 ori pe minut, în felul acesta determinând amestecarea progresivă a particulelor alimentare solide cu secrețiile din intestinul subțire.

Mișcările de propulsie. Chimul este propulsat la acest nivel de undele peristaltice, care apar în orice parte a intestinului subțire, și se deplasează în direcție anală cu o viteză de 0,5-2 cm/secundă, mult mai rapid în intestinul proximal și mai lent în intestinul terminal. Timpul necesar chimului pentru a trece de la pilor până la valva ileocecală este de 3-5 ore.

Secreția pancreatică

Pancreasul conține celule endocrine, exocrine și ductale. Celulele exocrine, organizate în acini, produc patru tipuri de enzime digestive: peptidaze, lipaze, amilaze și nucleaze, care sunt răspunzătoare de digestia proteinelor, respectiv a lipidelor, glucidelor și acizilor nucleici. Celulele ductale secretă zilnic 1200-1500 mL de suc pancreatic care conține o cantitate mare de HCO_3^-; acesta neutralizează aciditatea gastrică și reglează *p*H-ul în intestinul superior.

Compoziția secreției pancreatice: 1. *Electroliți*: Na^+ și K^+ se găsesc în aceeași concentrație ca și în plasmă; HCO_3^-; se găsește în cantitate mult mai mare. Secreția de HCO_3^-; este asigurată de celulele ductale. 2. *Enzime* — trei tipuri majore: amilaze, lipaze și proteaze. a. α amilaza pancreatică se secretă în forma sa activă; ea hidrolizează glicogen, amidon și alte glucide, cu excepția celulozei, până la stadiul de dizaharide; b. lipaze (lipaza, colesterol-lipaza, fosfolipaza), secretate în forma lor activă; enzimele care hidrolizează esteri insolubili în apă necesită prezența sărurilor biliare; c. proteaze (tripsina și chimotripsina) se secretă în forma lor inactivă (tripsinogen și chimotripsinogen). Tripsinogenul este transformat în tripsină de enterokinază sau de tripsina anterior formată (autocataliză). Chimotripsinogenul este transformat în forma lui activă de către tripsină; d. inhibitorul tripsinei este secretat de aceleași celule și în același timp cu proenzimele, protejând pancreasul de autodigestie.

Secreția biliară

Bila este necesară pentru digestia și absorbția lipidelor și pentru excreția unor substanțe insolubile în apă, cum sunt colesterolul și bilirubina. Este formată de către hepatocite (fig. 82) și celulele ductale, care mărginesc ductele biliare, în cantitate de 250-1100 mL/zi. Este secretată continuu și depozitată în vezica biliară în timpul perioadelor interdigestive. Se eliberează în duoden în timpul perioadelor digestive numai după ce chimul a declanșat secreția de colecistokinină, care produce relaxarea sfincterului Oddi și contracția vezicii biliare.

Compoziția bilei. 1. Acizii biliari sunt sintetizați în hepatocite din colesterol prin combinarea cu anumiți aminoacizi și cu Na^+, rezultând sărurile biliare secretate activ în canaliculele biliare; deoarece ele nu sunt liposolubile, rămân în intestin până ajung la nivelul ileonului, unde se reabsorb activ. 2. Pigmenții biliari: bilirubina și biliverdina sunt metaboliți ai hemoglobinei care, ajunși în hepatocite, sunt excretați biliar și conferă bilei culoarea sa galbenă. 3. Lecitină. 4. Colesterol. 5. Electroliți.

Circuitul enterohepatic. Este recircularea celei mai mari părți a sărurilor biliare din intestinul subțire, prin vena portă, înapoi la ficat (fig. 83). Sărurile biliare au două roluri importante: 1. de emulsionare a lipidelor din alimente, a căror tensiune superficială o reduc, permițând fragmentarea lor și facilitând acțiunea lipazei pancreatice; 2. ajută la absorbția din tractul intestinal a acizilor grași, monogliceridelor, colesterolului și a altor lipide, prin formarea cu acestea a unor micelii complexe numite chilomicroni. În lipsa sărurilor biliare în intestin, se pierd prin materiile fecale 40% din lipidele ingerate. Sărurile biliare mai au și rolul de a stimula motilitatea intestinală precum și rol bacteriostatic.

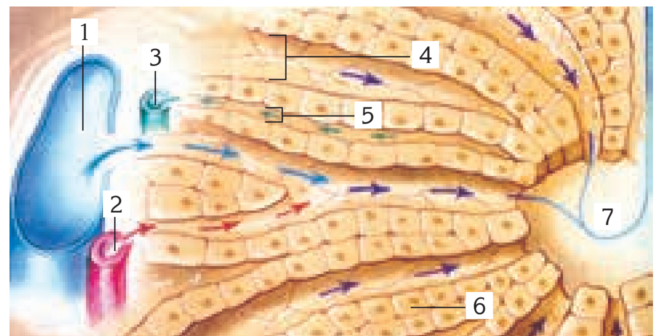


Fig. 82. Lobulul hepatic: 1. ramură a venei porte; 2. ramură a arterei hepatice; 3. canal hepato-coledoc; 4. capilare sinusoide; 5. canalicule biliare; 6. celulă hepatică; 7. vena centrolobulară.

Evacuarea bilei este consecința contracției musculaturii veziculare, în paralel cu relaxarea sfincterului Oddi, realizată prin mecanisme nervoase și umorale. Mecanismul nervos este realizat prin stimularea vagală, care determină contracția musculaturii veziculare și relaxarea sfincteriană, iar stimularea

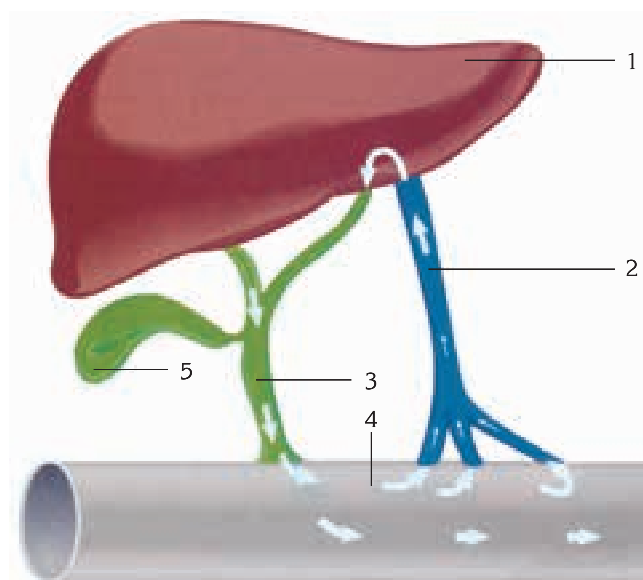


Fig. 83. Circuitul enterohepatic: 1. ficat; 2. vena portă; 3. canal coledoc; 4. intestin subțire; 5. vezică biliară.

simpatică are efecte antagonice. Mecanismul umoral constă în secreția de colecistokinină, hormon eliberat din celulele mucoasei duodenale ca răspuns, în principal, la pătrunderea în duoden a produșilor digestiei lipidelor.

Activitatea secretorie a intestinului subțire

Secrețiile intestinului subțire conțin: 1. mucus, cu rol de protecție a mucoasei intestinale împotriva agresiunii HCl; este secretat de glandele Brunner din duoden și de celule speciale, aflate în epiteliul intestinal și în criptele Lieberkühn; 2. enzime asociate cu microvilii celulelor epiteliale intestinale, care nu sunt secretate în lumenul intestinal: peptidaze, dizaharidaze (maltaza, izomaltaza, zaharaza și lactaza) și lipază (fig. 84); ele își exercită rolurile în timpul procesului de absorbție intestinală; 3. apă și electroliți secretați de celulele epiteliale intestinale.

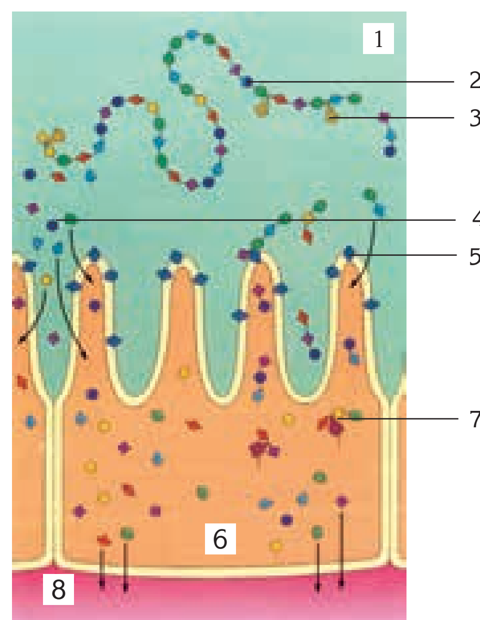


***Fig. 84. Activitatea enzimelor:** 1. lumen intestinal; 2. lanț polipeptidic; 3. peptidază; 4. aminoacizi; 5. enzime ale marginii în perie; 6. celulă epitelială; 7. tripeptidază; 8. capilar sangvin.

*Acțiunea enzimelor digestive

Enzimele conținute de sucurile digestive descompun unele substanțe din componența alimentelor până la produși absorbabili care se numesc nutrimente sau principii alimentare, după cum arată următorul tabel.

Segmentul tubului digestiv	Enzima	Substratul asupra căruia acționează	Produsul rezultat
Cavitatea bucală	• amilaza salivară (ptialina)	• amidon preparat	• maltoză
Stomac	• pepsina • labfermentul (la sugari) • lipaza gastrică • gelatinaza	• proteine (20-30% din totalul celor ingerate) • cazeinogenul solubil din lapte (în prezența Ca^{2+}) • lipidele emulsionate • gelatina	• aminoacizi, peptide • paracazeinat de calciu insolubil (coagulat) • acizi grași și glicerol • gelatină hidrolizată
Intestinul subțire • sucul pancreatic	• tripsina și chimotripsina • ∝ amilaza • lipaza, fosfolipaza și colesterol–lipaza, în prezența sărurilor biliare	• proteinele nedigerate în stomac și peptide • amidonul • lipidele	• tripeptide, dipeptide și aminoacizi • dizaharide • acizi grași și glicerol
• bila (nu conține enzime)		• lipide	• lipide emulsionate
• sucul intestinal	• peptidaze • lipaza • dizaharidaze: - maltaza - izomaltaza - zaharaza - lactaza	• tri- și dipeptide • lipide emulsionate • dizaharide - maltoza - izomaltoza - zaharoza - lactoza	• aminoacizi • acizi grași și glicerol • monozaharide: - glucoză - glucoză - glucoză și fructoză - glucoză și galactoză

Absorbția intestinală (la nivelul intestinului subțire)

Definește procesul prin care are loc trecerea produșilor rezultați în urma digestiei către sânge și limfă.

Absorbția este favorizată la nivelul intestinului subțire deoarece:

• există o suprafață mare de contact, datorită structurii specifice a mucoasei intestinului subțire;

• distanța pe care moleculele o au de străbătut este mică, grosimea peretelui fiind minimă la acest nivel;

• rețeaua vasculară de la nivelul vilozităților (fig. 85) este foarte bogată, iar, printr-un mecanism reflex, cantitatea de sânge de la acest nivel poate crește în timpul perioadelor de digestie;

• mișcările contractile ale vilozităților înlesnesc tranzitul substanțelor absorbite.

a. **Glucidele**

Cele trei glucide majore ale dietei sunt dizaharidele sucroza și lactoza, și polizaharidul amidon. Celuloza, un alt polizaharid vegetal, prezent în dietă în cantități mari, nu poate fi digerat, deoarece în tractul gastrointestinal uman nu există enzime specifice. Aportul de glucide este de 250–800 g/zi, reprezentând 50–60 % din dietă.

Produșii finali ai digestiei glucidelor sunt glucoza și galactoza, care se absorb printr-un mecanism comun, un sistem de transport activ Na-dependent, precum și fructoza, care se absoarbe prin difuziune facilitată. După ce au fost absorbite în enterocite, monozaharidele sunt transportate prin membrana bazo-laterală a acestora prin difuziune facilitată; apoi, difuzează din interstițiul intestinal în capilarele din vilozitățile intestinale.

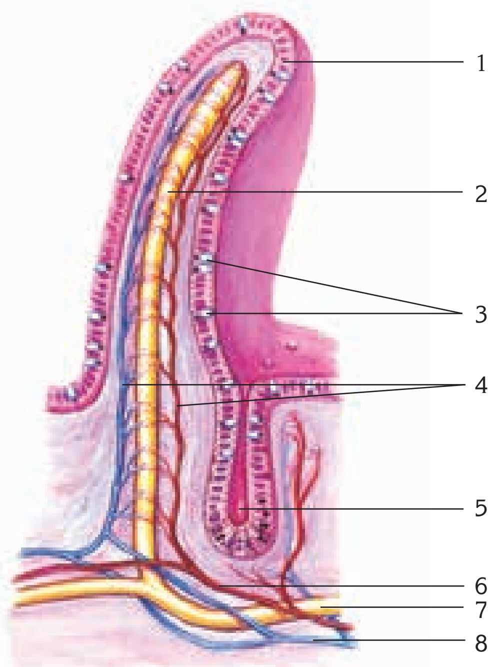


Fig. 85. Vilozitate intestinală: 1. epiteliu; 2. vas chilifer central; 3. celule secretoare Brunner; 4. rețea capilară; 5. criptă intestinală Lieberkühn; 6. arteriolă; 7. vas limfatic; 8. venulă.

b. **Proteinele**

Dieta proteică zilnică necesară unui adult este de 0,5–0,7 g/kg corp.

Pentru a fi absorbite, proteinele trebuie transformate în oligopeptide și aminoacizi.

Mecanisme de absorbție

S-au identificat mai multe sisteme de transport activ Na-dependente pentru absorbția tripeptidelor, dipeptidelor și aminoacizilor. Practic, toată cantitatea de proteine din intestin este absorbită: orice proteină care apare în scaun provine din detritusuri celulare sau din bacteriile din colon.

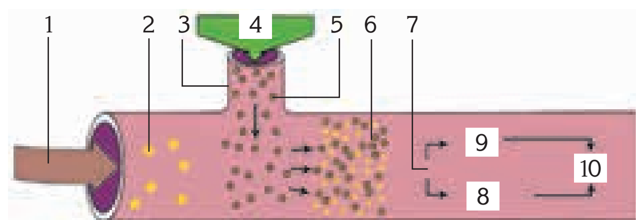


Fig. 86. Etapele digestiei lipidelor: etapa I — emulsionarea lipidelor de către săruri biliare; etapa II — hidroliza trigliceridelor din picăturile lipidice până la acizi grași și monogliceride; etapa III — preluarea acizilor grași și a monogliceridelor în micelii, cu producerea miceliilor mixte. 1. de la stomac; 2. picături de grăsime (trigliceride); 3. canal biliar; 4. de la ficat și vezica biliară; 5. micelii (săruri biliare, colesterol, lecitină); 6. picături de grăsime emulsionate; 7. lipază; 8. monogliceride; 9. acizi grași liberi care pot fi absorbiți sub formă de micelii (10).

c. **Lipidele**

Aportul zilnic de lipide variază între 25 și 160 g.

Spre deosebire de glucide și de proteine, lipidele se absorb din tractul gastrointestinal prin difuziune pasivă. Pentru a putea fi absorbite, ele trebuie să fie hidrosolubile, fapt ce se realizează în prezența sărurilor biliare. Înainte de a fi digerate, lipidele trebuie emulsionate (transformate în picături cu diametrul sub un micron) de către sărurile biliare și lecitină.

Trigliceridele, fosfolipidele și colesterolul se combină cu proteinele din epiteliul celulelor intestinale, constituind chilomicronii, formă în care trec în chiliferul central (fig. 86).

În timp ce aminoacizii și monozaharidele ajung prin vena portă la ficat, lipidele trec în circulația limfatică.

d. **Apa și electroliții**

Apa: în intestinul subțire, apa se absoarbe pasiv, izoosmotic, ca urmare a gradientului osmotic creat prin absorbția elecroliților și a substantelor nutritive.

NaCl: absorbția sodiului se face printr-un proces activ. Clorul urmează pasiv sodiul.

e. **Vitaminele și mineralele**

1. Vitaminele liposolubile (A, D, K, E) intră în alcătuirea miceliilor și se absorb împreună cu celelalte lipide în intestinul proximal.
2. Vitaminele hidrosolubile se absorb prin transport facilitat sau prin sistem de transport activ Na-dependent, proximal, în intestinul subțire.
3. Calciul se absoarbe cu ajutorul unui transportor legat de membrana celulară și activat de vitamina D.
4. Fierul se absoarbe în jejun și ileon. Fe^{2+} se absoarbe mai ușor decât Fe^{3+}. Vitamina C stimulează absorbția sa.

Digestia, absorbția și secreția la nivelul intestinului gros

Activitatea motorie la nivelul intestinului gros

Rolurile principale ale colonului sunt absorbția apei și a electroliților (jumătatea proximală) și depozitarea materiilor fecale până la eliminarea lor (jumătatea distală). Datorită acestor roluri, mișcările de la nivelul colonului sunt lente.

Mișcările de amestec — haustrațiile sunt realizate prin contracții combinate ale musculaturii circulare și longitudinale colice care determină proiecția în afară a zonelor nestimulate ale peretelui colic, sub forma unor saci denumiți haustre. Acestea se deplasează lent, în direcție anală, în timpul perioadei lor de contracție. În felul acesta, conținutul colic este progresiv împins spre colonul sigmoid. Din cei 1500 mL de chim, doar 80–200 mL se pierd prin fecale.

Mișcările propulsive — „mișcările în masă“. Propulsia rezultă în principal prin: (1) contracții haustrale în

direcție anală și (2) mișcări în masă. Aceste mișcări apar de obicei de câteva ori pe zi; cele mai numeroase durează aproximativ 15 minute, în prima oră de la micul dejun, și reprezintă un tip de peristaltism modificat.

Absorbția și secreția la nivelul colonului

Apa. Colonul nu poate absorbi mai mult de 2–3 L/zi.

Colonul absoarbe cea mai mare parte a sodiului și clorului care nu au fost absorbite în intestinul subțire. Potasiul este secretat de către colon. Aceste procese sunt controlate de către aldosteron.

Defecația

Defecația reprezintă procesul de eliminare a materiilor fecale din intestin. Unele mișcări în masă propulsează fecalele în rect, inițiind dorința de defecație. Ulterior, se produce contracția musculaturii netede a colonului distal și a rectului, propulsând fecalele în canalul anal. Urmează relaxarea sfincterelor anale intern și extern, ultimul conținând fibre musculare striate aflate sub control voluntar.

2. Circulația

Sângele (fig. 87) este fluidul care circulă în interiorul arborelui cardiovascular; reprezintă cca 8% din masa corporală. Împreună cu limfa, lichidul interstițial, lichidul cefalorahidian, peri- și endolimfa, sângele constituie mediul intern al organismului.

Sângele este format din elemente figurate și plasmă (55% din volumul sangvin).

Prin examenul microscopic al sângelui se observă trei tipuri de elemente figurate (reprezentând 45% din volumul sangvin - volum globular procentual sau hematocrit):

- globulele roșii (hematii sau eritrocite);
- globulele albe (leucocite);
- plachetele sangvine (trombocite).

Eritrocitele (hematiile) sunt celule fără nucleu, cu rol în transportul O_2 și CO_2 și în menținerea echilibrului acido-bazic.

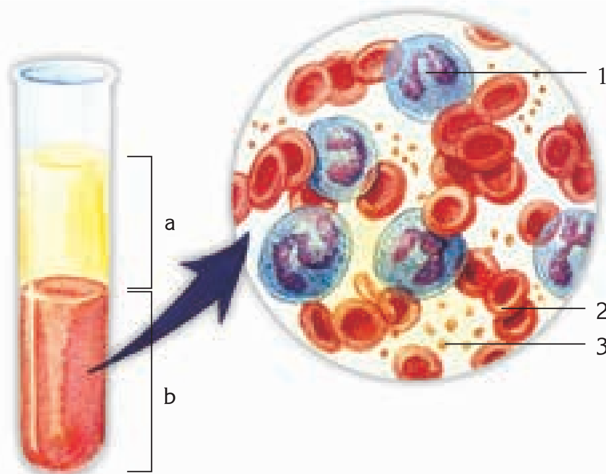


Fig. 87. Compoziția sângelui: a. plasmă; b. elemente figurate: 1. leucocite; 2. hematii; 3. trombocite (plachete sangvine).

Leucocitele, spre deosebire de eritrocite, posedă nucleu și mitocondrii. Au capacitatea de a emite pseudopode și de a traversa peretele capilar prin porii săi, trecând în țesuturi, proces numit diapedeză.

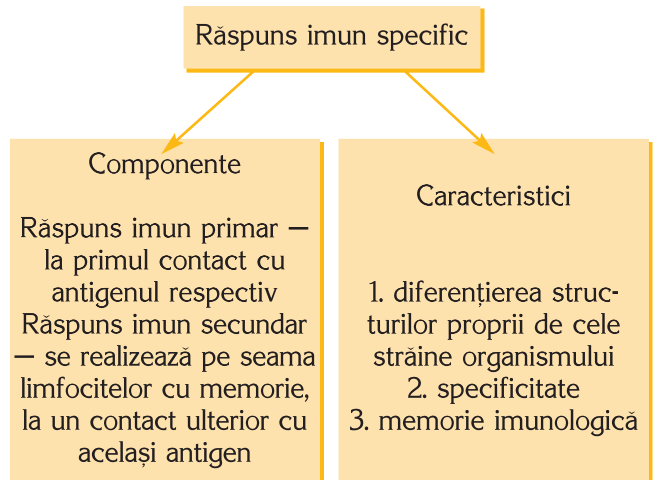
Tipurile de leucocite și formula leucocitară sunt prezentate în pagina 126.

Principala funcție a leucocitelor constă în participarea acestora la reacția de apărare a organismului.

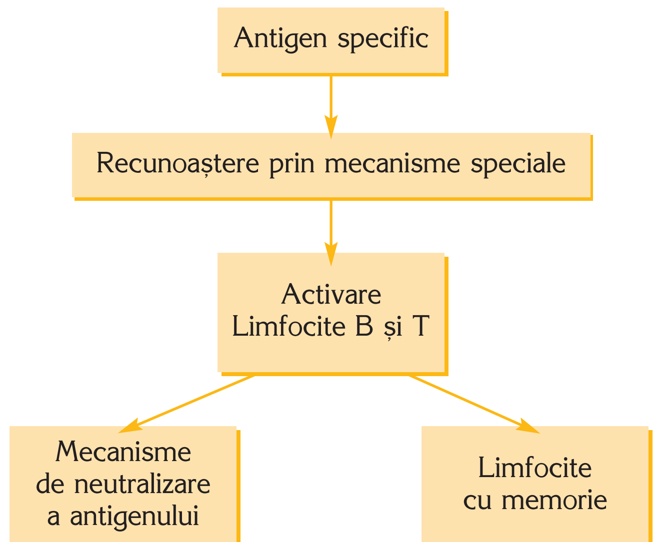
Funcția de apărare a sângelui

Organismul uman vine permanent în contact cu agenți patogeni (purtători de antigene) sau cu antigene libere. Antigenul este o substanță macromoleculară proteică sau polizaharidică străină organismului și care, pătrunsă în mediul intern, declanșează producerea de către organism a unor substanțe specifice, numite anticorpi, care neutralizează sau distrug antigenul. Anticorpii sunt proteine plasmatice din clasa gamma-globulinelor. Apărarea se realizează prin două mecanisme fundamentale:

1. apărarea nespecifică;
2. apărarea specifică.



- Apărarea nespecifică (înnăscută) este prezentă la toți oamenii. Se realizează prin mecanisme celulare (de exemplu, fagocitoza) și umorale. Apărarea nespecifică este o apărare primitivă, cu eficacitate medie, dar este foarte promptă. La ea participă anumite celule și substanțe preformate.
- Apărarea specifică (dobândită) se dezvoltă în urma expunerii la agenți capabili să inducă un răspuns imun (imunogene). Este de două feluri: (1) dobândită natural: a. pasiv, prin transfer transplacentar de anticorpi; b. activ, în urma unei boli și (2) dobândită



artificial: a. pasiv — administrare de antitoxine și gamma-globuline; b. activ — vaccinare.

Răspunsurile imune specifice sunt mediate prin două tipuri de leucocite - limfocitele B și T - pe baza unor mecanisme interdependente: (1) imunitatea umorală, care implică limfocitele B, și (2) imunitatea mediată celular (celulară), care implică primar limfocitele T.

Vaccinarea declanșează, în principiu, aceleași mecanisme imunitare, cu deosebirea că reacțiile produse în organism sunt mai atenuate. Efectul final este dobândirea imunității.

Plachetele sangvine - trombocitele sunt elemente figurate necelulare ale sângelui cu rol în hemostază.

Plasma sangvină conține apă (90%) și reziduu uscat format din 1% substanțe anorganice (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, HCO_3^-) și 9% substanțe organice, majoritatea proteine (albumine, globuline, fibrinogen).

Vezi și tabelul de la pagina 126.

Grupele sangvine — transfuzia

Membrana hematiilor are în structura sa numeroase tipuri de macromolecule, cu rol de antigen, numite aglutinogene. În plasmă se găsesc o serie de compuși cu rol de anticorpi numite aglutinine. Cele mai importante aglutinogene întâlnite la om sunt aglutinogenul zero (0), A, B și D, iar cel mai frecvent întâlnite aglutinine sunt: α, omoloaga aglutinogenului A, și β, omoloaga aglutinogenului B.

Prin excludere reciprocă a aglutininelor și aglutinogenelor omoloage, în decursul evoluției umane s-au constituit mai multe sisteme imunologice sangvine. Cele mai importante în practica medicală curentă sunt sistemul OAB și sistemul Rh(D)

Grupa	Aglutinogene	Aglutinine
0 (I)	fără	α, β
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	A, B	fără

Sistemul OAB. Potrivit regulii excluderii aglutininelor cu aglutinogenul omolog (α cu A și β cu B), nu pot exista indivizi posesori de aglutinogen A și aglutinine α sau posesori de aglutinogen B și aglutinine β. Întâlnirea aglutinogenului cu aglutinina omoloagă duce la un conflict imun, antigen-anticorp, cu distrugerea hematiilor și consecințe grave pentru individ. Combinațiile și coexistențele posibile, tolerate imunologic, sunt în număr de patru și reprezintă cele patru grupe sangvine în care se poate repartiza populația globului, pe baza sistemului OAB:

Cunoașterea apartenenței la una din grupele sangvine are mare importanță în cazul transfuziilor de sânge.

Regula transfuziei cere ca aglutinogenul din sângele donatorului să nu se întâlnească cu aglutininele din plasma primitorului. Potrivit acestei reguli, transfuzia de sânge între grupe diferite se poate face astfel:

- grupa 0 poate dona la toate grupele (donator universal), dar nu poate primi decât sânge izogrup (de la grupa 0);
- grupa AB poate primi de la toate grupele (primitor universal).

Sistemul *Rh*. S-a constatat că 85% din populația globului mai posedă pe eritrocite, în afară de unul din antigenele sistemului OAB, și un antigen denumit D sau *Rh*. Toți indivizii posesori de antigen D sunt considerați *Rh pozitiv*, iar cei 15%, care nu posedă aglutinogenul D, sunt *Rh negativ*. În mod natural nu

există aglutinine omoloage anti-*Rh*, dar se pot genera fie prin transfuzii repetate de sânge *Rh+* la persoane *Rh−*, fie prin sarcină cu făt *Rh+* și mama *Rh−*. În ambele situații, aparatul imunitar al gazdei reacționează față de aglutinogenul D ca și față de un antigen oarecare, prin activarea limfocitelor, urmată de producerea de anticorpi anti D (anti-*Rh*). Acești anticorpi vor reacționa cu antigenul D de pe suprafața hematiilor și vor produce hemoliza.

În cazul mamei *Rh* negativ, când tatăl este *Rh* pozitiv, datorită caracterului dominant al genei care codifică sinteza aglutinogenului D, copiii rezultați vor moșteni caracterul *Rh* pozitiv. Prima sarcină poate evolua normal, deoarece, în condiții fiziologice, hematiile *Rh+* ale fătului nu pot traversa placenta și deci nu ajung în circulația maternă.

La naștere însă, prin rupturile de vase sangvine care au loc în momentul dezlipirii placentei de uter, o parte din sângele fetal trece la mamă și stimulează producția de aglutinine anti-*Rh*. La o nouă sarcină, aceste aglutinine (care pot traversa capilarele placentare) pătrund în circulația fetală și distrug hematiile fătului, putând duce chiar la moartea acestuia, atunci când aglutininele sunt în concentrație mare.

*Hemostaza și coagularea sângelui

Hemostaza fiziologică reprezintă totalitatea mecanismelor care intervin în oprirea sângerării la nivelul vaselor mici. Presupune următorii timpi.

1. **Timpul vasculo-plachetar (hemostaza primară)**

Începe în momentul lezării vasului. Prima reacție constă în vasoconstricția peretelui acestuia, produsă reflex și umoral. Urmează aderarea trombocitelor la nivelul plăgii, agregarea și metamorfoza vâscoasă a acestora, ceea ce duce la oprirea sângerării în 2 până la 4 minute.

2. **Timpul plasmatic — coagularea sângelui**

Rezultatul acestei etape este transformarea fibrinogenului plasmatic, solubil, în fibrină insolubilă. La coagulare, participă factori plasmatici, plachetari și tisulari, precum și Ca^{2+}.

3. **Dinamica procesului de coagulare**

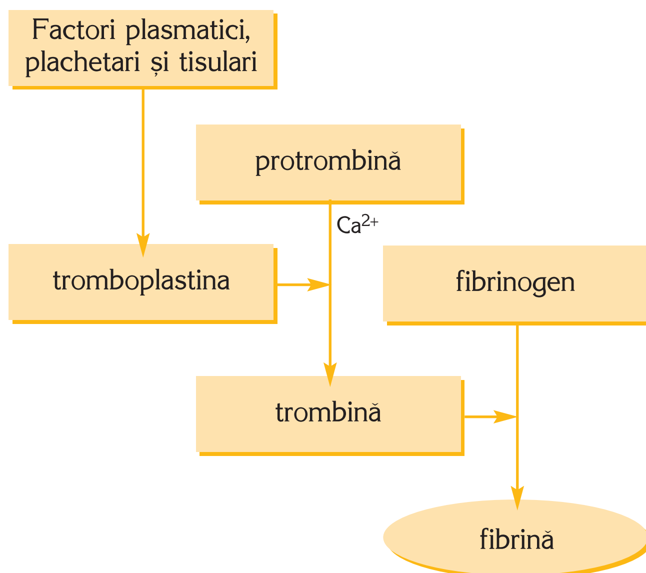
Coagularea sângelui se desfășoară în trei faze:

- faza I — formarea tromboplastinei este faza cea mai laborioasă și durează cel mai mult, 4-8 minute;
- faza a II-a — formarea trombinei durează 10 s; tromboplastina transformă protrombina în trombină;
- faza a III-a — formarea fibrinei durează 1-2 s. Trombina desface, din fibrinogen, niște monomeri de fibrină, care se polimerizează spontan, dând rețeaua de fibrină care devine insolubilă. În ochiurile rețelei de fibrină se fixează elementele figurate, și sângerarea se oprește.

Funcțiile sângelui sunt reprezentate de funcțiile componentelor sale. În afară de acestea, sângele îndeplinește rolul de sistem de integrare și coordonare umorală ale funcțiilor prin hormonii, mediatorii chimici și cataboliții pe care-i vehiculează.

De asemenea, sângele are rol de îndepărtare și transport spre locurile de excreție a substanțelor toxice, neutilizabile sau în exces.

Datorită conținutului său bogat în apă, sângele are rol în termoreglare.



Marea și mica circulație

În alcătuirea arborelui vascular se disting două teritorii de circulație: circulația mare — sistemică, și circulația mică — pulmonară.

Circulația mică

Circulația pulmonară începe în ventriculul drept, prin trunchiul arterei pulmonare, care transportă spre plămân sânge cu CO_2.

Trunchiul pulmonar se împarte în cele două artere pulmonare, care duc sângele cu CO_2 spre rețeaua capilară din jurul alveolelor, unde îl cedează alveolelor care-l elimină prin expirație. Sângele cu O_2 este colectat de venele pulmonare, câte două pentru fiecare plămân. Cele patru vene pulmonare sfârșesc în atriul stâng.

Circulația mare

Circulația sistemică începe în ventriculul stâng, prin artera aortă care transportă sângele cu O_2 și substanțe nutritive spre țesuturi și organe. De la nivelul acestora, sângele încărcat cu CO_2 este preluat de cele două vene cave care îl duc în atriul drept (fig. 88).

*Sistemul aortic

Este format din artera aortă și din ramurile ei, care irigă toate țesuturile și organele corpului omenesc.

Sistemul aortic începe din ventriculul stâng cu aorta ascendentă, din care se desprind cele două artere coronare. După ce urcă 5-6 cm, se curbează și formează arcul aortic, care se continuă cu aorta descendentă, subîmpărțită în toracală și abdominală. Terminal, aorta abdominală se bifurcă în arterele iliace comune, stângă și dreaptă.

Ramurile arcului aortic

Dinspre dreapta spre stânga, din arc se desprind trunchiul brahiocefalic, artera carotidă comună stângă și artera subclaviculară stângă. Trunchiul brahiocefalic se împarte apoi în artera carotidă comună dreaptă și artera subclaviculară dreaptă. Ambele artere carotide comune, stângă și dreaptă, urcă la nivelul gâtului până în dreptul marginii superioare a cartilajului tiroid, unde se bifurcă în artera carotidă externă și internă. La acest nivel există o mică dilatație, sinusul carotic (carotidian), bogată în receptori.

Artera carotidă externă irigă gâtul, regiunile occipitală și temporală și viscerele feței. Artera carotidă internă pătrunde în craniu, irigând creierul și ochiul. Arterele subclaviculare ajung de la originea lor până în axilă, unde iau numele de artere axilare. Din arterele subclaviculare se desprind: artera vertebrală, care intră în craniu prin gaura occipitală, unde se unește cu opusa, participând la vascularizația encefalului, și artera toracică internă, din care iau naștere arterele intercostale anterioare.

Artera axilară vascularizează atât pereții axilei, cât și peretele anterolateral al toracelui și se continuă cu artera brahială care vascularizează brațul. La plica cotului, artera brahială dă naștere la arterele radială și ulnară, care vascularizează antebrațul. La mână se formează arcadele palmare, din care se desprind arterele digitale.

Ramurile aortei descendente

Aorta descendentă toracică dă ramuri parietale și viscerale. Ramurile viscerale sunt arterele bronșice, pericardice și esofagiene.

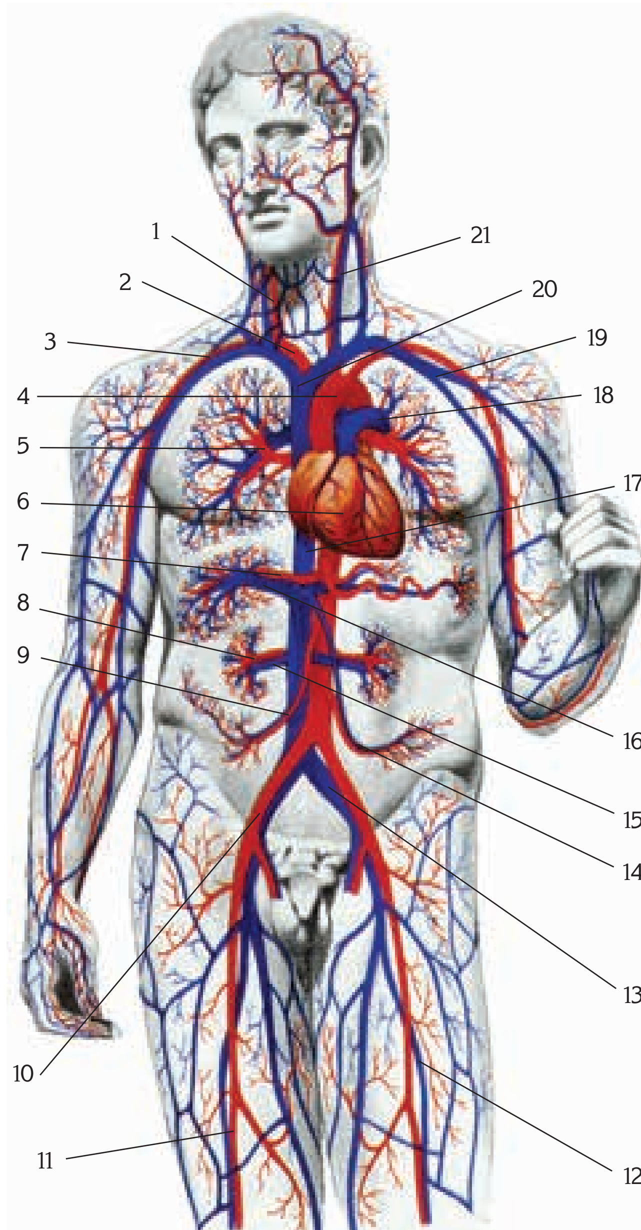


Fig. 88. Arborele vascular: 1. artera carotidă comună; 2. trunchiul brahiocefalic; 3. artera subclaviculară; 4. arcul aortic; 5. artera pulmonară; 6. artera coronară; 7. artera hepatică; 8. artera renală; 9. artera mezenterică inferioară; 10. artera iliacă comună; 11. artera femurală; 12. vena femurală; 13. vena iliacă; 14. vena mezenterică inferioară; 15. vena renală; 16. vena suprahepatică; 17. vena cavă inferioară; 18. vena pulmonară; 19. vena subclaviculară; 20. vena cavă superioară; 21. vena jugulară

Aorta descendentă abdominală dă și ea ramuri parietale și viscerale. Ramurile viscerale sunt: trunchiul celiac, artera mezenterică superioară, arterele renale — stângă și dreaptă —, arterele testiculare, respectiv ovariene — stângă și dreaptă —, și artera mezenterică inferioară. Trunchiul celiac se împarte în trei ramuri — splenică, gastrică stângă și hepatică — și vascularizează stomacul, duodenul, pancreasul, ficatul și splina. Artera mezenterică superioară vascularizează jejuno-ileonul, cecul, colonul ascendent și partea dreaptă a colonului transvers. Artera mezenterică inferioară vascularizează partea stângă a colonului transvers, colonul descendent, sigmoidul și partea superioară a rectului.

Ramurile terminale ale aortei

Arterele iliace comune — stângă și dreaptă —, ajunse la articulația sacro-iliacă, se împart fiecare în artere iliace externă și internă.

Artera iliacă externă iese din bazin și ajunge pe fața anterioară a coapsei, devenind arteră femurală, care irigă coapsa. Se continuă cu artera poplitee, care se află în fosa poplitee (fața posterioară a genunchiului). Ea se împarte în două artere tibiale: 1. artera tibială anterioară irigă fața anterioară a gambei și laba piciorului și se termină prin artera dorsală a piciorului, din care se desprind arterele digitale dorsale; 2. artera tibială posterioară irigă fața posterioară a gambei și, ajunsă în regiunea plantară, se împarte în cele două artere plantare, internă și externă, din care se desprind arterele digitale plantare.

Artera iliacă internă are ramuri parietale pentru pereții bazinului și ramuri viscerale pentru organele din bazin (vezică urinară, ultima porțiune a rectului) și organele genitale — uter, vagin, vulvă, prostată, penis.

***Sistemul venos**

Sistemul venos al marii circulații este reprezentat de două vene mari: vena cavă superioară și vena cavă inferioară.

Vena cavă superioară. Strânge sângele venos de la creier, cap, gât, prin venele jugulare interne, de la membrele superioare, prin venele subclaviculare, și de la torace (spațiile intercostale, esofag, bronhii, pericard și diafragm), prin sistemul azygos.

De fiecare parte, prin unirea venei jugulare interne cu vena subclaviculară, iau naștere venele brahiocefalice stângă și dreaptă, iar prin fuzionarea acestora se formează vena cavă superioară.

Vena subclaviculară continuă vena axilară care strânge sângele venos de la nivelul membrelor superioare. Sângele venos al membrelor superioare este colectat de două sisteme venoase, unul profund și unul superficial.

Venele profunde poartă aceeași denumire cu arterele care le însoțesc.

Venele superficiale, subcutanate, se găsesc imediat sub piele și se pot vedea cu ochiul liber prin transparență, datorită colorației albastre. Ele nu însoțesc arterele și se varsă în venele profunde. La nivelul lor se fac injecții venoase.

Vena cavă inferioară. Adună sângele venos de la membrele inferioare, de la pereții și viscerele din bazin, de la rinichi, suprarenale, testicule, respectiv ovare, de la peretele posterior al abdomenului (venele lombare), cât și de la ficat (venele hepatice). Vena cavă inferioară se formează prin unirea venei iliace comune stângi cu cea dreaptă. La rândul ei, fiecare venă iliacă comună este formată prin unirea venei iliace externe cu vena iliacă internă. Vena iliacă internă colectează sângele de la pereții și viscerele din bazin.

Vena iliacă externă continuă vena femurală care strânge sângele venos de la nivelul membrului inferior. Ca și la membrul superior, se disting vene superficiale și vene profunde (cu aceleași caracteristici).

Vena cavă inferioară urcă la dreapta coloanei vertebrale, străbate diafragma și se termină în atriul drept.

O venă aparte a marii circulații este vena portă, care transportă spre ficat sânge încărcat cu substanțe nutritive rezultate în urma absorbției intestinale. Ea se formează din unirea a trei vene: mezenterică superioară, mezenterică inferioară și splenică.

*Circulația limfatică

Prin sistemul limfatic (fig. 89) circulă limfa, care face parte din mediul intern al organismului și care, în final, ajunge în circulația venoasă.

Sistemul limfatic se deosebește de sistemul circulator sangvin prin două caracteristici:

- este adaptat la funcția de drenare a țesuturilor, din care cauză capilarele sale formează rețele terminale, spre deosebire de capilarele sangvine care ocupă o poziție intermediară între sistemul arterial și cel venos;
- pereții vaselor limfatice sunt mai subțiri decât cei ai vaselor sangvine.

Sistemul limfatic începe cu capilarele limfatice, care au aceeași structură ca și capilarele sangvine.

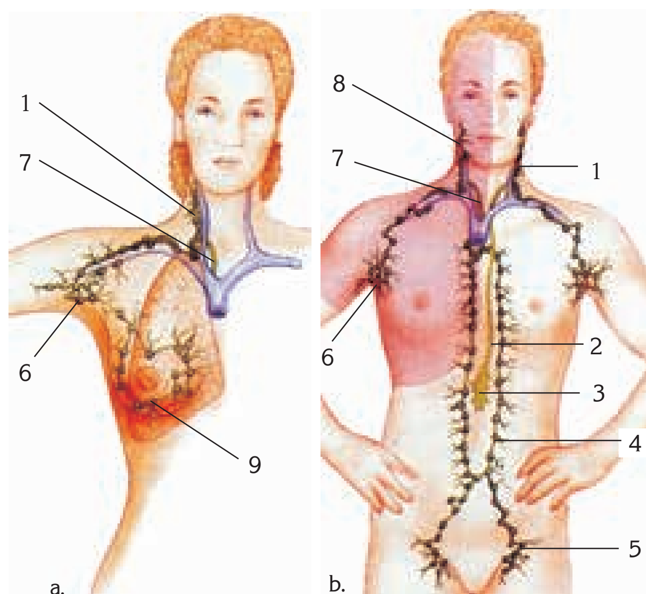


Fig. 89. Sistemul limfatic: a. evidențierea drenării din regiunea superioară dreaptă; b. evidențierea drenării corporale; 1. ganglioni latero-cervicali; 2. canalul toracic; 3. cisterna chili; 4. ganglioni limfatici lombari; 5. ganglioni limfatici inghinali; 6. ganglioni limfatici axilari; 7. vena limfatică dreaptă; 8. ganglioni submandibulari; 9. limfaticele glandei mamare.

Capilarele limfatice sunt foarte răspândite, ele găsindu-se în toate organele și țesuturile. Prin confluența capilarelor limfatice se formează vase limfatice, care sunt prevăzute la interior cu valve semilunare ce înlesnesc circulația limfei.

Pereții vaselor limfatice au o structură asemănătoare venelor. Pe traseul vaselor limfatice se găsesc o serie de formațiuni caracteristice, numite ganglioni limfatici (fig. 90), prin care limfa trece în mod obligatoriu.

Ganglionii limfatici realizează mai multe funcții: produc limfocite și monocite, formează anticorpi, au rol în circulația limfei, opresc pătrunderea unor substanțe străine, au rol de barieră în răspândirea infecțiilor.

Limfa colectată din diferitele țesuturi și organe, după ce a străbătut ganglionii regionali, circulă spre

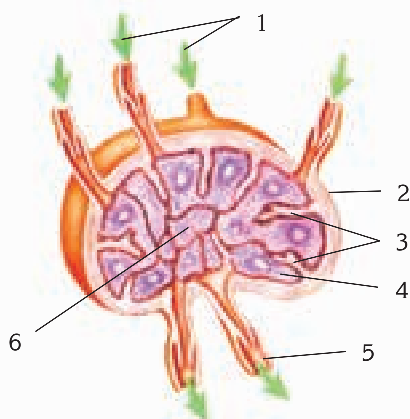


Fig. 90. Ganglion limfatic: 1. vase aferente; 2. capsulă fibroasă; 3. trabecule; 4. zonă corticală; 5. vas eferent; 6. medulară.

trunchiurile limfatice mari, ajungând, în final, în două colectoare limfatice mari: canalul toracic și vena limfatică dreaptă.

Canalul toracic. Este cel mai mare colector limfatic și începe printr-o dilatație numită cisternă chili, situată în fața vertebrei L2. Urcă anterior de coloana vertebrală, înapoia aortei, străbate diafragma și pătrunde în torace, deschizându-se în unghiul venos format prin unirea venei jugulare interne din stânga cu vena subclaviculară stângă; are o lungime de 25–30 cm, fiind prevăzut cu valve în interior. El strânge limfa din jumătatea inferioară și din pătrimea superioară stângă ale corpului.

Vena limfatică dreaptă. Are o lungime de 1–2 cm și colectează limfa din pătrimea superioară dreaptă a corpului. Se deschide la confluența dintre vena jugulară internă din dreapta și vena subclaviculară dreaptă.

În fiecare minut se filtrează, la nivelul capilarelor arteriale, 16 mL apă. Din acest volum, 15 mL se resorb în sânge, la nivelul capătului venos al capilarelor. Volumul de apă restant în țesuturi nu stagnează, ci ia calea capilarelor limfatice. Debitul limfatic mediu este în jur de 1 500 mL/zi, însă poate varia mult în funcție de factorii hemodinamici locali.

Splina

Este un organ abdominal, nepereche, care aparține sistemului circulator. Ea produce limfocite, distruge hematiile bătrâne, intervine în metabolismul fierului și este un organ de depozit sangvin (200–300 mL de sânge) pe care îl trimite în circulație în caz de nevoie (hemoragii, efort fizic).

Splina ocupă loja splenică, cuprinsă între colonul transvers și diafragm, la stânga lojei gastrice. Are o culoare brun-roșcată și o masă de 180–200 g.

Vascularizația arterială a splinei este realizată de artera splenică, ramură a trunchiului celiac. Sângele venos este colectat în vena splenică, aceasta participând la formarea venei porte.

Activitatea cardiacă

Aparatul cardiovascular asigură circulația sângelui și a limfei în organism. Prin aceasta se îndeplinesc două funcții majore: 1. distribuirea substanțelor nutritive și a oxigenului tuturor celulelor din organism; 2. colectarea produșilor tisulari de catabolism pentru a fi excretați. Forța motrice a acestui sistem este inima (fig. 91), în timp ce arterele reprezintă conductele de distribuție, venele, rezervoarele de sânge, asigurând întoarcerea acestuia la inimă, iar microcirculația (arteriole, metarteriole, capilare, venule), teritoriul vascular la nivelul căruia au loc schimburile de substanțe și gaze.

Inima

Inima ca „pompă". Rolul fundamental al inimii este acela de a pompa sânge. Fiecare parte a inimii este echipată cu două seturi de valve care, în mod normal, impun deplasarea sângelui într-un singur sens.

1. Valvele atrio-ventriculare (mitrală și tricuspidă), care separă atriile de ventricule, se deschid în timpul diastolei, permițând sângelui să treacă în ventricule. Aceste valve se închid în timpul sistolei, interzicând trecerea sângelui înapoi în atrii.

2. Valvele semilunare (aortice și pulmonare) se deschid în timpul sistolei, permițând expulzia sângelui în artere, și se închid în diastolă, împiedicând revenirea sângelui în ventricule.

Activitatea de pompă a inimii se poate aprecia cu ajutorul **debitului cardiac**, care reprezintă volumul de sânge expulzat de fiecare ventricul într-un minut. El este egal cu volumul de sânge pompat de un ventricul la fiecare bătaie (volum-bătaie), înmulțit cu frecvența cardiacă. Volumul-bătaie al fiecărui ventricul este, în medie, de 70 mL, iar frecvența cardiacă normală este de 70-75 bătăi/min; astfel, debitul cardiac de repaus este de aproximativ 5L/min. Frecvența cardiacă este sub control nervos. Activitatea sistemului nervos simpatic determină creșterea frecvenței cardiace, în timp ce activitatea parasimpatică (vagală) o scade. Volumul-bătaie variază cu forța contracției ventriculare, presiunea arterială și volumul de sânge aflat în ventricul la sfârșitul diastolei. În cursul unor eforturi fizice intense, frecvența cardiacă poate crește până la 200 de bătăi pe minut, iar volumul-bătaie până la 150 mL, determinând o creștere a debitului cardiac de la 5 la 30 litri, deci de 6 ori. În somn, debitul cardiac scade; în febră, sarcină și la altitudine, crește.

Funcția de pompă a inimii se realizează cu ajutorul proprietăților mușchiului cardiac.

Proprietățile fundamentale ale miocardului

Depolarizarea unei celule cardiace este transmisă celulelor adiacente, ceea ce transformă miocardul

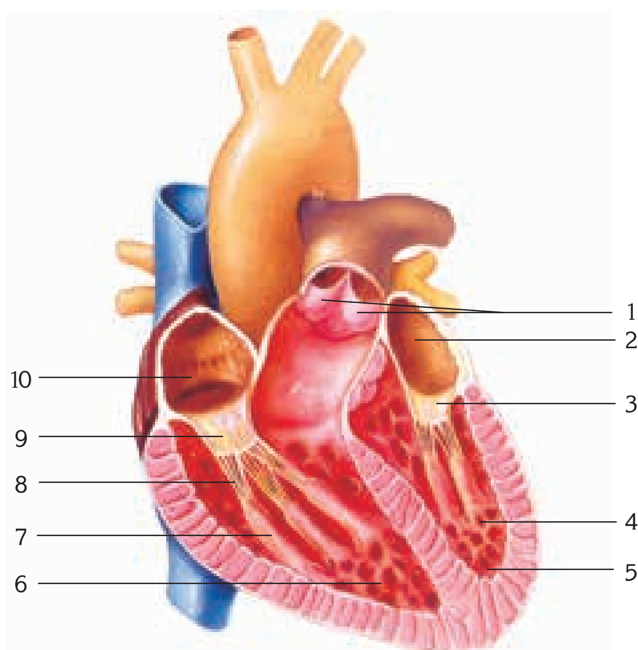


Fig. 91. Cavitățile inimii: 1. valve semilunare (sigmoide); 2. atriu stâng; 3. valvă bicuspidă (mitrală); 4. trabecule; 5. ventricul stâng; 6. ventricul drept; 7. mușchi papilar; 8. cordaje tendinoase; 9. valvă tricuspidă; 10. atriu drept.

într-un sincițiu funcțional. De fapt, inima funcționează ca două sinciții: unul atrial și unul ventricular, izolate din punct de vedere electric. În mod normal, există o singură conexiune funcțională electrică între atrii și ventricule: nodulul atrioventricular și continuarea sa, fasciculul atrioventricular His.

Musculatura cardiacă este alcătuită din două tipuri de celule musculare:

1. celule care inițiază și conduc impulsul;
2. celule care, pe lângă conducerea impulsului, răspund la stimuli prin contracție și care alcătuiesc miocardul de lucru.

Evident, ambele tipuri de celule sunt excitabile, dar, contrar situației întâlnite la mușchiul striat, stimulul este generat în interiorul organului însuși (în celulele de tip 1); acest fapt constituie autoritmicitatea sau automatismul inimii.

a. **Excitabilitatea** este proprietatea celulei musculare cardiace de a răspunde la un stimul printr-un potențial de acțiune propagat. Unele manifestări ale excitabilității (pragul de excitabilitate, legea „tot sau nimic") sunt comune cu ale altor celule excitabile. Inima prezintă particularitatea de a fi excitabilă numai în faza de relaxare (diastolă) și inexcitabilă în faza de contracție (sistolă). Aceasta reprezintă legea inexcitabilității periodice a inimii. În timpul sistolei, inima se află în perioada refractară absolută; oricât de puternic ar fi stimulul, el rămâne fără efect. Această

particularitate a excitabilității miocardice prezintă o mare importanță pentru conservarea funcției de pompă ritmică. Stimulii cu frecvență mare nu pot tetaniza inima prin sumarea contracțiilor. Explicația stării refractare a inimii rezidă din forma particulară a potențialului de acțiune al fibrei miocardice.

b. **Automatismul** reprezintă proprietatea inimii de a se autostimula.

Scoasă din corp, inima continuă să bată. În lipsa influențelor extrinseci nervoase, vegetative și umorale, inima își continuă activitatea ritmică timp de ore sau zile, dacă este irigată cu un lichid nutritiv special. Automatismul este generat în anumiți centri, care au în alcătuirea lor celule ce inițiază și conduc impulsurile (fig. 92). În mod normal, în inimă există trei centri de automatism cardiac.

1. *Nodulul sinoatrial*. La acest nivel, frecvența descărcărilor este mai rapidă, de 70–80/minut și, din această cauză, activitatea cardiacă este condusă de acest centru, inima bătând, în mod normal, în ritm sinusal.

2. *Nodulul atrioventricular* (joncțiunea atrioventriculară). La acest nivel, frecvența descărcărilor este de 40 de potențiale de acțiune/minut. De aceea, acest centru nu se poate manifesta în mod normal, deși el funcționează permanent și în paralel cu nodulul sino-atrial. Dacă centrul sinusal este scos din funcție, comanda inimii este preluată de nodulul atrioventricular, care imprimă ritmul nodal sau joncțional.

3. *Fasciculul His* și *rețeaua Purkinje*. Aici frecvența de descărcare este de 25 de impulsuri/minut. Acest centru poate comanda inima numai în cazul întreruperii conducerii atrioventriculare, imprimând ritmul idio-ventricular.

Ritmul funcțional al centrului de comandă poate fi modificat sub acțiunea unor factori externi. Căldura sau stimularea sistemului nervos simpatic accelerează ritmul inimii — tahicardie, în timp ce răcirea nodulului sinusal sau stimularea parasimpaticului au efect contrar — bradicardie.

c. **Conductibilitatea** este proprietatea miocardului de a propaga excitația la toate fibrele sale; viteza de conducere diferă: de exemplu, este de 10 ori mai mare prin fasciculul His și rețeaua Purkinje, decât prin miocardul contractil atrial și ventricular.

d. **Contractilitatea** este proprietatea miocardului de a dezvolta tensiune între capetele fibrelor sale. Astfel, în cavitățile inimii se generează presiune, iar, ca urmare a scurtării fibrelor miocardice, are loc expulzia sângelui. Geneza tensiunii și viteza de scurtare sunt manifestările fundamentale ale contractilității. Forța de contracție este proporțională cu grosimea pereților inimii; mai redusă la atrii și mai puternică la ventricule, mai mare la ventriculul stâng față de cel drept. Contracțiile inimii se numesc **sistole**, iar relaxările, **diastole**.

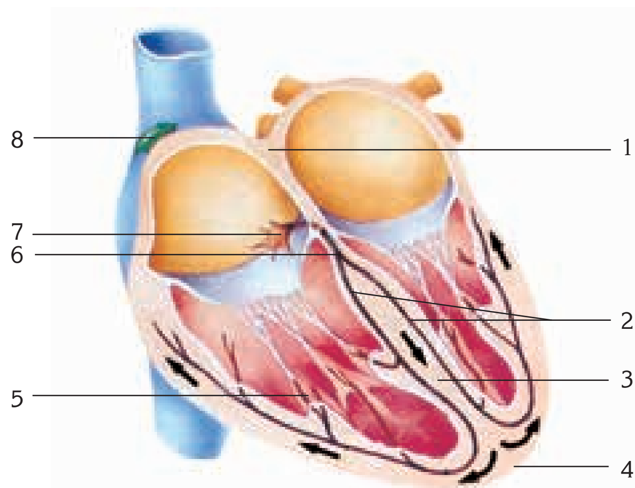


Fig. 92. Sistemul de conducere al inimii: 1. septul interatrial; 2. ramura dreaptă și stângă a fasciculului His; 3. sept interventricular; 4. apex; 5. fibre Purkinje; 6. fasciculul His; 7. nodul atrioventricular; 8. nodul sinoatrial.

Ciclul cardiac

Un ciclu cardiac (fig. 93) este format dintr-o sistolă și o diastolă. Datorită întârzierii propagării stimulului prin nodulul atrio-ventricular, există un asincronism între sistola atriilor și cea a ventriculelor: sistola atrială o precedă cu 0,10 s pe cea a ventriculelor. Durata unui ciclu cardiac este invers proporțională cu frecvența cardiacă. La un ritm de 75 de bătăi pe minut, ciclul

cardiac durează 0,8 s. El începe cu **sistola atrială** care durează 0,10 s. Ventriculele se află la sfârșitul diastolei, sunt aproape pline cu sânge, iar sistola atrială definitivează această umplere. În timpul sistolei atriale are loc o creștere a presiunii din atrii. Sângele nu poate reflua spre venele mari, datorită contracției fibrelor musculare din jurul orificiilor de vărsare a venelor în atrii. Singura cale deschisă o reprezintă orificiile atrio-ventriculare. Sistola atrială este urmată de **diastola atrială** care durează 0,70 s. În paralel și corespunzător începutului diastolei atriale, are loc **sistola ventriculară** care durează 0,30 s și se desfășoară în două faze: **faza de contracție izovolumetrică** și **faza de ejecție**. Prima începe în momentul închiderii valvelor atrio-ventriculare și se termină în momentul deschiderii valvelor semilunare. În acest interval de timp, ventriculul se contractă ca o cavitate închisă, asupra unui lichid incompresibil, fapt care duce la o creștere foarte rapidă a presiunii intracavitare. În momentul în care presiunea ventriculară o depășește pe cea din artere, valvele semilunare se deschid și are loc ejecția sângelui.

Faza de ejecție începe cu deschiderea valvelor semilunare și se termină în momentul închiderii acestora. Volumul de sânge ejectat în timpul unei sistole (volum-bătaie sau volum sistolic) este de 75 mL în stare de repaus și poate crește până la 150-200 mL în eforturile fizice intense.

Urmează apoi **diastola ventriculară**, care durează 0,50 s. Datorită relaxării miocardului, presiunea intracavitară scade rapid. Când presiunea din ventricule devine inferioară celei din arterele mari, are loc închiderea valvelor semilunare, care impiedică reîntoarcerea sângelui în ventricule.

Pentru scurt timp, ventriculele devin cavități închise (diastolă izovolumetrică). În acest timp, presiunea intraventriculară continuă să scadă până la valori inferioare celei din atrii, permițând deschiderea valvelor atrio-ventriculare. În acest moment, începe umplerea cu sânge a ventriculelor. Urmează o perioadă de 0,40 s numită **diastolă generală**, în care atriile și ventriculele se relaxează. La sfârșitul acestei faze, are loc sistola atrială a ciclului cardiac următor.

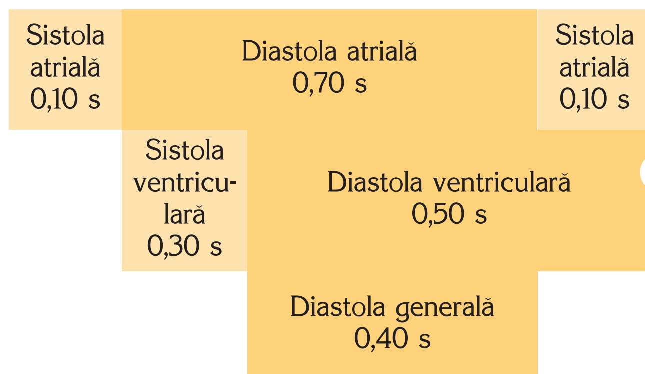


Fig. 93. Ciclul cardiac.

Manifestări ce însoțesc ciclul cardiac

În timpul activității sale, cordul produce o serie de manifestări electrice, mecanice și acustice. Manifestările electrice reprezintă însumarea vectorială a biocurenților de depolarizare și repolarizare miocardică. Înregistrarea grafică a acestora reprezintă **electrocardiograma**, metodă foarte larg folosită în clinică pentru explorarea activității inimii.

Manifestările mecanice sunt redate de **șocul apexian**, care reprezintă o expansiune sistolică a peretelui toracelui în dreptul vârfului inimii (spațiul cinci intercostal stâng), și de **pulsul arterial,** care reprezintă o expansiune sistolică a peretelui arterei datorită creșterii bruște a presiunii sângelui.

Pulsul se percepe comprimând o arteră superficială pe un plan dur (osos) — de exemplu, artera radială. Prin palparea pulsului obținem informații privind volumul sistolic, frecvența cardiacă și ritmul inimii. Înregistrarea grafică a pulsului se numește **sfigmogramă**. Ea oferă informații despre artere și despre modul de golire a ventriculului stâng.

Manifestările acustice sunt reprezentate de **zgomotele cardiace**.

Zgomotul I, sistolic, este mai lung, de tonalitate joasă și mai intens. El este produs de închiderea valvelor atrio-ventriculare și de vibrația miocardului la începutul sistolei ventriculare.

Zgomotul II, diastolic, este mai scurt, mai acut și mai puțin intens. Este produs, la începutul diastolei ventriculare, de închiderea valvelor semilunare.

Zgomotele cardiace pot fi înregistrate grafic, rezultând o fonocardiogramă.

CUVINTE CHEIE

ciclu cardiac, diastolă, sistolă, legea inimii, contracție izovolumetrică, șoc apexian, puls arterial, electrocardiogramă, sfigmogramă, zgomote cardiace

Circulația sângelui

Cu studiul circulației sângelui se ocupă **hemodinamica**. Sângele se deplasează în circuit închis și într-un singur sens. Deoarece mica și marea circulație sunt dispuse în serie, volumul de sânge pompat de ventriculul stâng, într-un minut, în marea circulație, este egal cu cel pompat de ventriculul drept în mica circulație.

Legile generale ale hidrodinamicii sunt aplicabile și la hemodinamică.

*Circulația arterială

Arterele sunt vase prin care sângele iese din inimă și au următoarele proprietăți funcționale.

Elasticitatea este proprietatea arterelor mari de a se lăsa destinse când crește presiunea sângelui și de a reveni la calibrul inițial când presiunea a scăzut la valori mai mici. În timpul sistolei ventriculare, în artere este pompat un volum de 75 mL de sânge peste cel conținut în aceste vase. Datorită elasticității, unda de șoc sistolică este amortizată. Are loc înmagazinarea unei părți a energiei sistolice sub formă de energie elastică a pereților arteriali. Această energie este retrocedată coloanei de sânge, în timpul diastolei. Prin aceste variații pasive ale calibrului vaselor mari, se produce transformarea ejecției sacadate a sângelui din inimă în curgere continuă a acestuia prin artere.

Contractilitatea este proprietatea vaselor de a-și modifica marcat diametrul lumenului prin contractarea/relaxarea mușchilor netezi din peretele lor. Acest fapt permite un control fin al distribuției debitului cardiac către diferite organe și țesuturi. Tonusul musculaturii netede depinde de activitatea nervilor simpatici, de presiunea arterială, de concentrația locală a unor metaboliți și de activitatea unor mediatori.

Suprafața totală de secțiune a arborelui circulator crește semnificativ pe măsură ce avansăm spre periferie. Viteza de curgere va fi invers proporțională cu suprafața de secțiune.

Circulația sângelui prin artere se apreciază măsurând presiunea arterială, debitul sangvin și rezistența la curgere a sângelui (rezistența periferică).

Presiunea arterială

Sângele circulă în vase sub o anumită presiune, care depășește presiunea atmosferică cu 120 mm Hg în timpul sistolei ventriculare stângi (presiune arterială maximă sau sistolică) și cu 80 mm Hg în timpul diastolei (presiune arterială minimă sau diastolică). În practica medicală curentă, la om, presiunea sângelui se apreciază indirect, prin măsurarea tensiunii arteriale. Aceasta se determină măsurând contrapresiunea necesară a fi aplicată la exteriorul arterei, pentru a egala presiunea sângelui din interior.

Factorii determinanți ai presiunii arteriale

Debitul cardiac. Presiunea arterială variază proporțional cu acesta.

Rezistența periferică reprezintă totalitatea factorilor care se opun curgerii sângelui prin vase. Este direct proporțională cu viscozitatea sângelui și lungimea vasului. Cea mai mare rezistență se întâlnește la nivelul arteriolelor. Cu cât vasul este mai îngust și mai lung, cu atât rezistența este mai mare.

Volumul sangvin (volemia) variază concordant cu variația lichidelor extracelulare (LEC). În scăderi ale volumului LEC, scade și volemia și se produce o diminuare a presiunii arteriale (hipotensiune); în creșteri ale LEC, crește volemia și se produce o creștere a presiunii arteriale (hipertensiune).

Elasticitatea contribuie la amortizarea tensiunii arteriale în sistolă și la menținerea ei în diastolă. Scade cu vârsta.

Între debitul circulant, presiunea sângelui și rezistența la curgere există relații matematice. Debitul este direct proporțional cu presiunea și invers proporțional cu rezistența: $D = P/R$.

Viteza sângelui în artere, ca și presiunea scad pe măsură ce ne depărtăm de inimă. În aortă viteza este de 500 mm/s, iar în capilare, de 0,5 mm/s, deci de o mie de ori mai redusă. Aceasta se datorează creșterii suprafeței de secțiune a teritoriului capilar de o mie de ori față de cea a aortei.

Hipertensiunea arterială sistemică reprezintă creșterea presiunii arteriale sistolice și/sau diastolice peste 130 mm Hg, respectiv 90 mm Hg. Hipertensiunea determină creșterea lucrului mecanic cardiac și poate duce la afectarea vaselor sangvine și a altor organe, mai ales a rinichilor, cordului și ochilor.

*Circulația venoasă

Venele sunt vase prin care sângele se întoarce la inimă. Volumul venos este de trei ori mai mare decât cel arterial, așadar, în teritoriul venos se află circa 75% din volumul sangvin. Presiunea sângelui în vene este foarte joasă: 10 mm Hg la originile sistemului venos și 0 mm Hg la vărsarea venelor cave în atriul drept. Deoarece suprafața de secțiune a venelor cave este mai mică decât a capilarelor confluente, viteza de circulație a sângelui crește de la periferie (0,5 mm/s) spre inimă, atingând valoarea de 100 mm/s în cele două vene cave.

Datorită structurii pereților lor, care conțin cantități mici de țesut elastic și țesut muscular neted, venele prezintă distensibilitate și contractilitate.

Cauza principală a întoarcerii sângelui la inimă este însăși activitatea de pompă cardiacă. Inima creează și menține permanent o diferență de presiune între aortă (100 mm Hg) și atriul drept (0 mm Hg). Deși presiunea sângelui scade mult la trecerea prin arteriole și capilare, mai rămâne o forță de împingere de 10 mm Hg, care se manifestă la începutul sistemului venos. Inima funcționează simultan ca o pompă aspiro-respingătoare. Ea trimite sânge spre aortă, în timpul sistolei ventriculare, și, concomitent, aspiră sângele din venele cave în atriul drept.

Aspirația toracică reprezintă un factor ajutător care contribuie la menținerea unor valori scăzute ale presiunii în venele mari din cavitatea toracică. Ea se manifestă mai ales in inspirație.

Presa abdominală reprezintă presiunea pozitivă din cavitatea abdominală care împinge sângele spre inimă. În inspirație, datorită coborârii diafragmului, efectul de presă este accentuat.

Pompa musculară: în timpul contracțiilor musculare, venele profunde sunt golite de sânge, iar în perioadele de relaxare dintre două contracții, ele aspiră sângele din venele superficiale. Refluxul sangvin este împiedicat de prezența valvelor (la nivelul venelor membrelor inferioare).

Gravitația favorizează curgerea sângelui din venele situate deasupra atriului drept; are efect negativ asupra întoarcerii sângelui din venele membrelor inferioare.

Masajul pulsatil efectuat de artere asupra venelor omonime, aflate împreună în același pachet vascular, are efect favorabil asupra întoarcerii venoase.

Întoarcerea sângelui la inimă are o mare importanță pentru reglarea debitului cardiac, deoarece o inimă sănătoasă pompează, conform legii inimii, atât sânge cât primește prin aflux venos.

3. Respirația

Sistemul respirator cuprinde căile respiratorii și plămânii (fig. 94). Căile respiratorii sunt reprezentate de cavitatea nazală, faringe, laringe, trahee și bronhii.

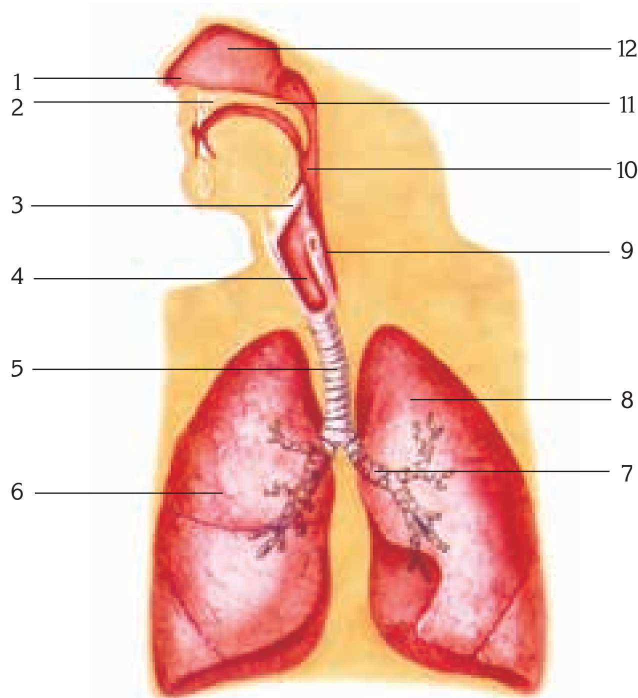


Fig. 94. Sistemul respirator: 1. orificii narinare; 2. palatul dur; 3. epiglota; 4. laringe; 5. trahee; 6. plămânul drept; 7. bronhia principală stângă; 8. plămânul stâng; 9. esofag; 10. faringe; 11. palatul moale; 12. cavitate nazală.

Cavitatea nazală este formată din două spații simetrice numite *fose nazale*, situate sub baza craniului și deasupra cavității bucale.

Din cavitățile nazale, aerul trece prin **faringe**, care reprezintă o răspântie între calea respiratorie și cea digestivă.

Laringele este un organ cu dublă funcție: respiratorie dar și fonatorie, prin corzile vocale.

Traheea este un organ sub formă de tub care continuă laringele și are o lungime de 10-12 cm.

La nivelul vertebrei T4, traheea se împarte în două **bronhii**, care pătrund în plămân prin hil, unde se ramifică intrapulmonar, formând arborele bronșic.

Plămânii

Plămânii sunt principalele organe ale respirației. Sunt situați în cavitatea toracică, având o capacitatea totală de 5 000 mL de aer, cu variații individuale.

Fiecare plămân este învelit de o seroasă numită pleură care prezintă o foiță parietală, ce căptușește pereții toracelui, și o foiță viscerală, care acoperă plămânul. Între cele două foițe există o cavitate virtuală, cavitatea pleurală, în care se află o lamă fină de lichid pleural.

Arborele bronșic. Bronhia principală se împarte în *bronhii*, iar acestea, la rândul lor se divid în *bronhiole*. Ultimele ramificații ale arborelui bronșic sunt *bronhiolele respiratorii*, de la care pleacă *ductele alveolare*, terminate prin *săculeți alveolari*. Pereții săculeților alveolari sunt compartimentați în *alveole pulmonare* (fig. 95).

Bronhiolele respiratorii, împreună cu formațiunile derivate din ele — ducte alveolare, săculeți alveolari și alveole pulmonare —, formează *acinii pulmonari*. Acinul este unitatea morfo-funcțională a plămânului.

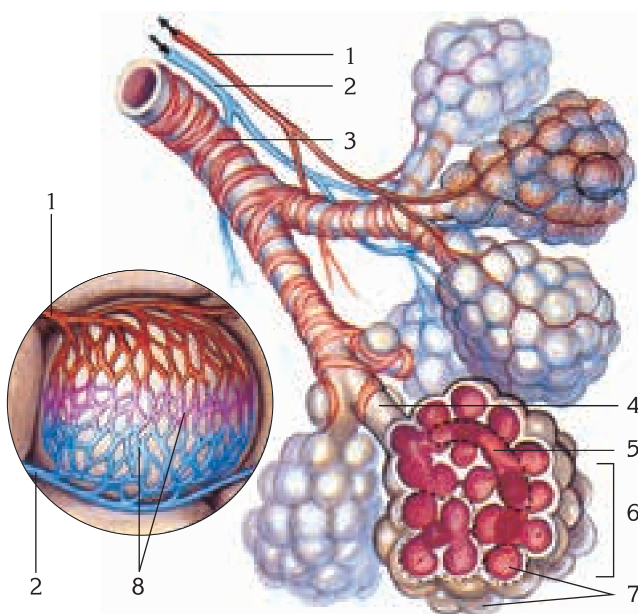


Fig. 95. Structura acinului pulmonar: 1. venulă pulmonară; 2. arteriolă pulmonară; 3. bronhiolă lobulară; 4. bronhiolă respiratorie; 5. duct (canal) alveolar; 6. săculeț alveolar; 7. alveole pulmonare; 8. rețea capilară pe suprafața alveoleiă.

În jurul alveolelor se găsește o bogată rețea de capilare, care, împreună cu pereții alveolelor, formează *membrana alveolo-capilară* (membrana respiratorie), la nivelul căreia au loc schimburile de gaze dintre alveole și sânge.

CUVINTE CHEIE

cavitate nazală, faringe, laringe, trahee, bronhii, bronhiole, alveole, acini pulmonari

Respirația reprezintă schimbul de oxigen și dioxid de carbon dintre organism și mediu.

Din punct de vedere funcțional, respirația prezintă: 1. ventilația pulmonară — deplasarea aerului în ambele sensuri între alveolele pulmonare și atmosferă; 2. difuziunea O_2 și CO_2 între alveolele pulmonare și sânge; 3. transportul O_2 și CO_2 prin sânge și lichidele organismului către și de la celule; 4. reglarea ventilației.

Ventilația pulmonară

Circulația alternativă a aerului se realizează ca urmare a variațiilor ciclice ale volumului cutiei toracice, urmate de mișcările în același sens ale plămânilor, solidarizați cu aceasta prin intermediul pleurei. Variațiile ciclice ale volumului aparatului toraco-pulmonar se realizează în cursul a două mișcări de sens opus, definite ca mișcarea inspiratorie și mișcarea expiratorie.

Mecanica ventilației pulmonare

Dimensiunile plămânilor pot varia prin distensie și retracție în două moduri: 1. prin mișcările de ridicare și coborâre ale diafragmului care alungesc și scurtează cavitatea toracică și 2. prin ridicarea și coborârea coastelor, care determină creșterea și descreșterea diametrului antero-posterior al cavității toracice. Respirația normală, de repaus, se realizează aproape în întregime prin mișcările din prima categorie. În timpul inspirației, contracția diafragmei trage în jos fața bazală a plămânilor. Apoi, în timpul expirației liniștite, diafragma se relaxează, iar retracția elastică a plămânilor, a peretelui toracic și a structurilor abdominale comprimă plămânii (fig. 96).

A doua cale de expansionare a plămânilor o reprezintă ridicarea grilajului costal. În poziția de repaus, acesta este coborât, permițând sternului să se apropie de coloana vertebrală; când grilajul costal se ridică, acesta proiectează înainte sternul, care se îndepărtează de coloana vertebrală, ceea ce mărește diametrul antero-posterior cu aproximativ 20 % în inspirația maximă față de expirație. Mușchii care determină ridicarea grilajului costal se numesc mușchi inspiratori și sunt, în special, mușchii gâtului. Mușchii care determină coborârea grilajului costal sunt mușchi expiratori; de exemplu, mușchii drepți abdominali.

Presiunea pleurală este presiunea din spațiul cuprins între pleura viscerală și cea parietală. În mod normal, există o sucțiune permanentă a lichidului din acest spațiu, ceea ce duce la o presiune negativă la acest nivel (mai mică decât valoarea celei atmosferice). Presiunea pleurală variază cu fazele respirației.

Presiunea alveolară este presiunea din interiorul alveolelor pulmonare. În repaus, când glota este deschisă, aerul nu circulă între plămâni și atmosferă; în acest moment, presiunea în orice parte a arborelui respirator este egală cu presiunea atmosferică, considerată 0 cm H_2O. Pentru a permite pătrunderea aerului în plămâni în timpul inspirației, presiunea în alveole trebuie să scadă sub presiunea atmosferică; în timpul unei inspirații normale ea devine -1 cm H_2O. Această presiune negativă ușoară este suficientă pentru ca, în cele două secunde necesare inspirației, în plămâni să pătrundă aproximativ 500 mL de aer. Variații opuse apar în timpul expirației: presiunea alveolară crește la aproximativ +1 cm H_2O, ceea ce forțează 500 mL de aer să iasă din plămâni în cele 2-3 secunde, cât durează expirația.

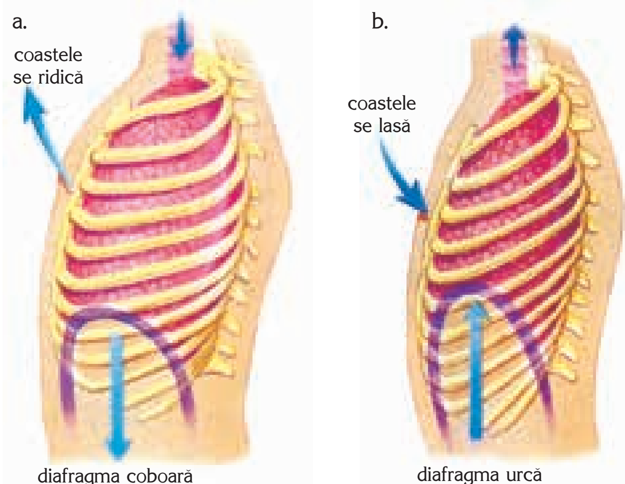


Fig. 96. Modificările de volum ale cutiei toracice în inspirație (a) și expirație (b)

Forțele elastice pulmonare (de recul) care stau la baza realizării expirației sunt de două tipuri: 1. forțele elastice ale țesutului pulmonar însuși și 2. forțele elastice produse de tensiunea superficială a lichidului tensioactiv care căptușește la interior pereții alveolari (surfactant) și alte spații aeriene pulmonare. Deoarece suprafața internă a alveolelor este acoperită de acest strat subțire de lichid, iar în alveole există aer, aici apar forțe de tensiune superficială. Întrucât acest

fenomen este prezent în toate spațiile aeriene pulmonare, efectul este o forță rezultantă a întregului plămân, numită forța de tensiune superficială și care se adaugă elasticității țesutului pulmonar, favorizând expirația.

Volume și capacități pulmonare. O metodă simplă pentru studiul ventilației pulmonare este înregistrarea volumului aerului deplasat spre interiorul și, respectiv, exteriorul plămânilor, procedeu numit spirometrie (datorită denumirii aparatului utilizat — spirometru).

● Există patru **volume** pulmonare diferite care, adunate, reprezintă volumul maxim pe care îl poate atinge expansiunea pulmonară. Semnificația acestor volume este următoarea.

1. *Volumul curent* este volumul de aer inspirat și expirat în timpul respirației normale; în medie 500 mL.
2. *Volumul inspirator de rezervă* este un volum suplimentar de aer care poate fi inspirat peste volumul curent — circa 1 500 mL.
3. *Volumul expirator de rezervă* reprezintă cantitatea suplimentară de aer care poate fi expirată în urma unei expirații forțate, după expirarea unui volum curent — circa 1 500 mL.
4. *Volumul rezidual* este volumul de aer care rămâne în plămâni și după o expirație forțată — aproximativ 1500 mL.

● **Capacitățile** pulmonare sunt sume de două sau mai multe volume pulmonare.

1. *Capacitatea inspiratorie*, egală cu suma dintre volumul curent și volumul inspirator de rezervă, reprezintă cantitatea de aer pe care o persoană o poate respira, pornind de la nivelul expirator normal până la distensia maximă a plămânilor (2 000 mL).
2. *Capacitatea reziduală funcțională*, egală cu suma dintre volumul expirator de rezervă și volumul rezidual, reprezintă cantitatea de aer care rămâne în plămâni la sfârșitul unei expirații normale (3 000 mL).
3. *Capacitatea vitală*, egală cu suma dintre volumul inspirator de rezervă, volumul curent și volumul expirator de rezervă, reprezintă volumul maxim de aer pe care o persoană îl poate scoate din plămâni după o inspirație maximă (3 500 mL).
4. *Capacitatea pulmonară totală*, egală cu capacitatea vitală plus volumul rezidual, reprezintă volumul maxim până la care pot fi expansionați plămânii prin efort inspirator maxim (5 000 mL).

Cu excepția volumului rezidual, celelalte volume pulmonare se măsoară spirometric. Pentru măsurarea volumului rezidual, ca și a capacităților care îl includ, se utilizează metode de măsurare speciale.

Minut-volumul respirator sau **debitul respirator** este cantitatea totală de aer deplasată în arborele respirator în fiecare minut și este egal cu produsul dintre volumul curent și frecvența respiratorie (volum curent = 500 mL la o frecvență respiratorie de 18/min, este egal cu 9 L/min). În diferite condiții fiziologice și patologice, valorile se pot modifica foarte mult.

Ventilația alveolară este volumul de aer care ajunge în zona alveolară a tractului respirator în fiecare minut și participă la schimburile de gaze respiratorii. Valoarea sa medie este de 4,5-5 L/min, deci numai o parte din minut - volumul respirator; restul reprezintă ventilația spațiului mort (aer care umple căile aeriene până la bronhiile terminale și nu participă la schimburile de aer). Ventilația alveolară este unul dintre factorii majori care determină presiunile parțiale ale oxigenului și dioxidului de carbon în alveole.

Cuvinte cheie

ventilație pulmonară, presiune pleurală, presiune alveolară, volum curent, volum inspirator de rezervă, volum expirator de rezervă, volum rezidual, capacități pulmonare, minut-volum respirator

Difuziunea

După ventilația alveolară, urmează o nouă etapă a procesului respirator; aceasta este difuziunea oxigenului din alveole în sângele capilar și difuziunea în sens invers a dioxidului de carbon (fig. 97).

Procesul are loc doar în condițiile în care există o diferență de presiune, iar sensul procesului va fi totdeauna orientat dinspre zona cu presiune mare către zona cu presiune mică.

Concentrația gazelor în aerul alveolar este foarte diferită de cea din aerul atmosferic. Există câteva cauze ale acestor diferențe. Mai întâi, cu fiecare respirație, aerul alveolar este înlocuit doar parțial cu aer atmosferic. În al doilea rând, din aerul alveolar este extras oxigenul, și acesta primește permanent dioxid de carbon din sângele pulmonar. În al treilea rând, aerul atmosferic uscat care pătrunde în căile respiratorii este umezit înainte de a ajunge la alveole.

Aerisirea lentă la nivel alveolar este foarte importantă pentru prevenirea schimbărilor bruște ale concentrației sangvine a gazelor.

Membrana alveolo-capilară (respiratorie) este alcătuită din: 1. endoteliul capilar; 2. interstițiul pulmonar; 3. epiteliul alveolar; 4. surfactant (lichid tensioactiv).

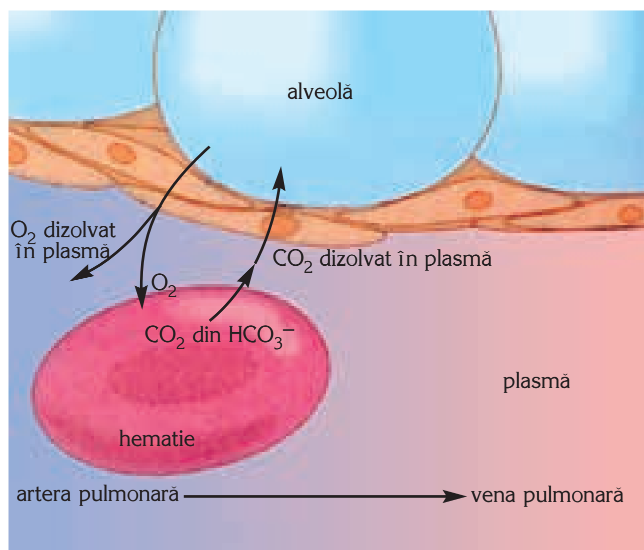


Fig. 97. Difuziunea gazelor respiratorii.

Grosimea sa medie este de 0,6 microni. Suprafața sa totală este de 50–100 m^2.

Factorii care influențează rata difuziunii gazelor prin membrana alveolo-capilară sunt: 1. presiunea parțială a gazului în alveolă; 2. presiunea parțială a gazului în capilarul pulmonar; 3. coeficientul de difuziune al gazului (este specific pentru fiecare tip de moleculă); 4. dimensiunile membranei respiratorii (invers proporționale cu grosimea și direct proporționale cu suprafața sa).

Difuziunea oxigenului se face din aerul alveolar spre sângele din capilarele pulmonare, deoarece presiunea parțială a O_2 în aerul alveolar este de 100 mm Hg, iar în sângele care intră în capilarele pulmonare este de 40 mm Hg. După ce traversează membrana respiratorie, moleculele de O_2 se dizolvă în plasmă, ceea ce duce la creșterea presiunii parțiale a O_2 în plasmă; consecutiv, O_2 difuzează în hematii, unde se combină cu hemoglobina. În mod normal, egalarea presiunilor parțiale, alveolară și sangvină, ale O_2 se face în 0,25 secunde.

Hematia petrece, în medie, 0,75 secunde în capilarul pulmonar; dacă echilibrarea apare în 0,25 secunde, rămâne un interval de 0,50 secunde, numit margine de siguranță și care asigură o preluare adecvată a O_2 în timpul unor perioade de stress (efort fizic, expunere la altitudini mari etc.).

Difuziunea CO_2 se face dinspre sângele din capilarele pulmonare spre alveole, deoarece presiunea parțială a CO_2 în sângele din capilarele pulmonare este de 46 mm Hg, iar în aerul alveolar de 40 mm Hg. Deși gradientul de difuziune al CO_2 este de doar o zecime din cel al O_2, CO_2 difuzează de 20 de ori mai repede decât O_2, deoarece este de 25 de ori mai solubil în lichidele organismului decât O_2. În mod normal, egalarea presiunilor parțiale, alveolară și sangvină, ale CO_2 se face în 0,25 secunde.

Transportul gazelor

a. **Transportul O_2.** Din plasmă, O_2 difuzează în eritrocite, unde se combină reversibil cu ionii de fier din structura hemoglobinei, transformând dezoxihemoglobina în oxihemoglobină. Fiecare gram de hemoglobină se poate combina cu maximum 1,34 mL O_2; în mod normal, există 12–15 g de hemoglobină/dl sânge. Astfel, sângele arterial transportă 20 mL O_2/dl, din care 98,5 % este transportat de hemoglobină, iar 1,5 %, dizolvat în plasmă.

Fiecare moleculă de hemoglobină se poate combina cu maximum 4 molecule de O_2, situație în care saturarea hemoglobinei cu O_2 este de 100%. Cantitatea de O_2 care se combină cu hemoglobina depinde de presiunea parțială a O_2 plasmatic, fiind condiționată, printre altele, și de *p*H-ul plasmatic și de temperatură. Scăderea *p*H-ului plasmatic și creșterea temperaturii determină scăderea capacității hemoglobinei de a lega oxigenul, care, astfel, este cedat țesuturilor.

La nivel tisular, presiunea parțială a O_2 este de 40 mm Hg, iar O_2 va difuza din plasmă în interstiții și

de aici în celule. Are loc scăderea rapidă a presiunii parțiale a O_2 plasmatic, fapt ce determină disocierea oxihemoglobinei, hemoglobina rămânând saturată în proporție de 50-70 %.

Fiecare 100 mL de sânge eliberează la țesuturi, în repaus, câte 7 mL de O_2. Acesta este coeficientul de utilizare a O_2. În timpul efortului fizic, acest coeficient poate crește la 12 %. Prin cedarea O_2 la țesuturi, o parte din oxihemoglobină devine hemoglobină redusă, care imprimă sângelui venos culoarea roșie-violacee caracteristică.

b. **Transportul CO_2.** CO_2 este rezultatul final al proceselor oxidative tisulare. El difuzează din celule în capilare, determinând creșterea presiunii sale parțiale în sângele venos cu 5-6 mm Hg față de sângele arterial. CO_2 este transportat prin sânge sub mai multe forme: 1. dizolvat fizic în plasmă (5 %); 2. sub formă de carbaminohemoglobină, care rezultă prin combinarea CO_2 cu grupările NH_2 terminale din lanțurile proteice ale hemoglobinei (5 %); 3. sub formă de bicarbonat plasmatic (90 %), obținut prin fenomenul de membrană Hamburger (fenomenul migrării clorului), care are loc la nivelul eritrocitelor.

*Reglarea ventilației

Se realizează de centrii nervoși din bulb și punte, pe baza stimulilor primiți de la chemoreceptorii de la nivelul acestor formațiuni nervoase sau al unor vase de sânge.

CUVINTE CHEIE

membrană alveolo-capilară, endoteliu capilar, interstițiu pulmonar, epiteliu alveolar, surfactant, presiune parțială, coeficient de difuziune, gradient de difuziune, *p*H plasmatic, fenomen de membrană

4. Excreția

Sistemul excretor este format din rinichi și căile urinare (tubi colectori, calice mici, calice mari, bazinet, uretere, vezică și uretră).

Rinichii sunt așezați în cavitatea abdominală, de o parte și de alta a coloanei vertebrale, în regiunea lombară.

Nefronul (fig. 98) este unitatea anatomică și funcțională a rinichiului; în alcătuirea acestuia intră două părți: corpusculul renal și un sistem tubular.

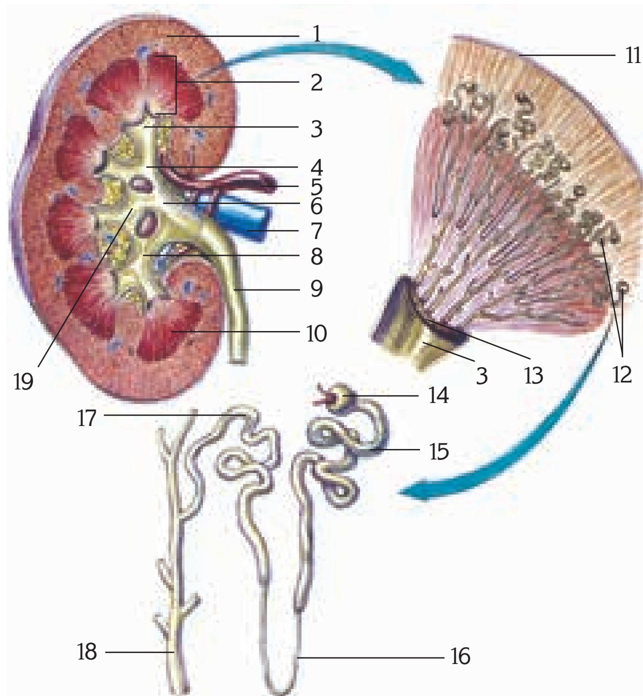


Fig. 98. Structura rinichiului: 1. corticala; 2. medulara; 3. calice mic; 4. calice mare superior; 5. arteră renală; 6. bazinet (pelvis renal); 7. venă renală; 8. calice mare inferior; 9. ureter; 10. piramidă Malpighi; 11. capsula renală; 12. nefroni; 13. papilă renală; 14. capsulă glomerulară (Bowman); 15. tub contort proximal; 16. ansa Henle; 17. tub contort distal; 18. tub colector; 19. calice mare mijlociu.

Formarea și eliminarea urinei

Rinichii au două funcții majore: 1. de a excreta cea mai mare parte a produșilor finali de metabolism ai organismului și 2. de a controla concentrațiile majorității constituenților organismului, contribuind astfel la menținerea *homeostaziei* și a echilibrului acido-bazic al organismului. Alături de acestea, rinichii mai au următoarele roluri: 1. formarea și eliberarea reninei (enzimă) și eritropoietinei (hormon); 2. activarea vitaminei D_3; 3. gluconeogeneza.

Cei doi rinichi conțin împreună circa 2 milioane de nefroni, fiecare nefron fiind apt să producă urină.

Tipuri de nefroni. 1. ***Corticali***, reprezentând 85 % din numărul total de nefroni, au glomerulul situat în corticala renală și ansa Henle scurtă; aceasta ajunge doar în stratul extern al medularei renale; 2. ***Juxtamedulari***, cu glomerulul situat la joncțiunea dintre corticală și medulară, au anse Henle lungi, care coboară adânc în medulară, uneori ajungând la nivelul papilelor renale. Ei sunt extrem de importanți în mecanismul contracurent, prin care rinichiul produce urina concentrată.

În jurul întregului sistem tubular al rinichiului există o rețea bogată de capilare, numită rețea capilară peritubulară. Această rețea primește din arteriolele eferente sângele care a trecut deja prin glomerul. Cea mai mare parte a rețelei de capilare peritubulare se găsește în cortexul renal, de-a lungul tubilor proximali, al tubilor distali și al tubilor colectori corticali.

Debitul sangvin renal este de aproximativ 1 200 mL/min (420 mL/100 g țesut/min). În condiții bazale, debitul sangvin renal reprezintă 20 % din debitul cardiac de repaus.

Filtrarea glomerulară și filtratul glomerular

Lichidul care filtrează din capilarele glomerulare în capsula Bowman este numit filtrat glomerular sau *urină primară*.

Filtratul glomerular (fig. 99) are aproape aceeași compoziție ca și lichidul care filtrează în interstiții la capătul arterial al capilarelor. Se consideră că filtratul glomerular este o plasmă care nu conține proteine în cantități semnificative.

Cantitatea de filtrat glomerular care se formează într-un minut prin toți nefronii ambilor rinichi se numește debitul filtrării glomerulare. Normal, acesta este de aproximativ 125 mL/min (zilnic, 180 L). Peste 99 % din filtrat este reabsorbit în mod obișnuit în tubii uriniferi, restul trecând în urină.

Dinamica filtrării prin membrana glomerulară. Forțele care realizează filtrarea la nivelul glomerulului în capsula Bowman sunt: 1. presiunea din capilarele glomerulare (valoarea sa medie este de 60 mm Hg), care determină filtrarea; 2. presiunea din capsula Bowman,

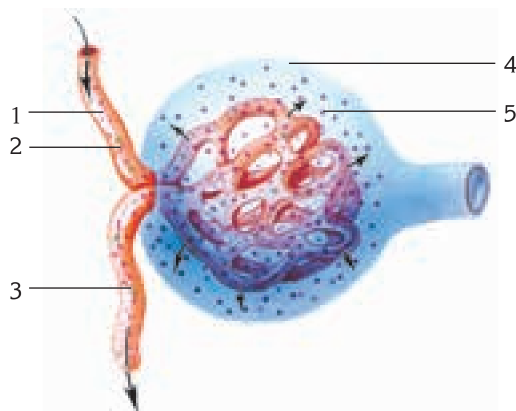


Fig. 99. Filtrarea glomerulară: 1. arteriolă aferentă; 2. proteine; 3. arteriolă eferentă; 4. capsulă glomerulară; 5. filtrat glomerulat.

în exteriorul capilarelor, care se opune filtrării (aproximativ 18 mm Hg); 3. presiunea coloid-osmotică a proteinelor plasmatice din capilare, care se opune filtrării (presiunea coloid-osmotică medie în acest caz este de 32 mm Hg); 4. presiunea coloid-osmotică a proteinelor din capsula Bowman (considerată 0).

Reabsorbția și secreția tubulară

Filtratul glomerular traversează diferitele porțiuni ale tubilor uriniferi și, pe tot acest parcurs, substanțele sunt absorbite sau secretate selectiv de către epiteliul tubular (fig. 100), iar lichidul care rezultă în urma acestor procese intră în pelvisul renal sub formă de *urină finală*.

Reabsorbția tubulară. Majoritatea compușilor urinei primare sunt substanțe utile. Ele sunt recuperate prin reabsorbție. Celulele tubilor uriniferi sunt adaptate morfologic și biochimic pentru a realiza această funcție. Morfologic, nefrocitele au la polul apical numeroși microvili care cresc considerabil suprafața activă, iar la polul bazal au numeroase mitocondrii care fabrică ATP necesar procesului de absorbție. Biochimic, membranele celulelor tubulare conțin pompe metabolice care participă la transportul activ.

Transportul pasiv se face în virtutea unor legi fizice, ale difuziunii (în gradient chimic, electric sau electrochimic) și osmozei, precum și a diferențelor de presiuni hidrostatice. Acest transport nu necesită energie și nu este limitat de o capacitate maximă de transport a nefronului. Prin acest mecanism se reabsoarbe apa (în gradient osmotic), ureea (în gradient chimic) și o parte din Na și Cl (în gradient electric și electrochimic).

Reabsorbția apei. Toate segmentele nefronului pot reabsorbi apă, dar în proporții diferite. Cea mai importantă reabsorbție are loc la nivelul tubului contort proximal – 80% din apa filtrată – și este o reabsorbție obligatorie, apa fiind atrasă osmotic din tub în interstițiu, ca urmare a reabsorbției sărurilor, glucozei și a altor compuși utili, și la nivelul tubilor contorți distali, dar, mai ales, a tubilor colectori – absorbția a 15% din apa filtrată –, fiind o reabsorbție facultativă.

În lipsa ADH, reabsorbția facultativă nu se produce, eliminându-se un volum de 20–25 L de urină diluată în 24 de ore.

În prezența ADH, această reabsorbție se produce și, ca urmare, în 24 ore se elimină 1,8 L de urină concentrată. În restul nefronului se reabsoarbe 4% din apă, în urina definitivă eliminându-se cca 1% din apa filtrată.

Reabsorbția facultativă permite adaptarea volumului diurezei la starea de hidratare a organismului. În acest segment al nefronului intervin mecanismele de reglare a diurezei și a eliminărilor de Na și K.

Transportul activ este selectiv și se datorează travaliului metabolic al nefrocitului. Se face cu

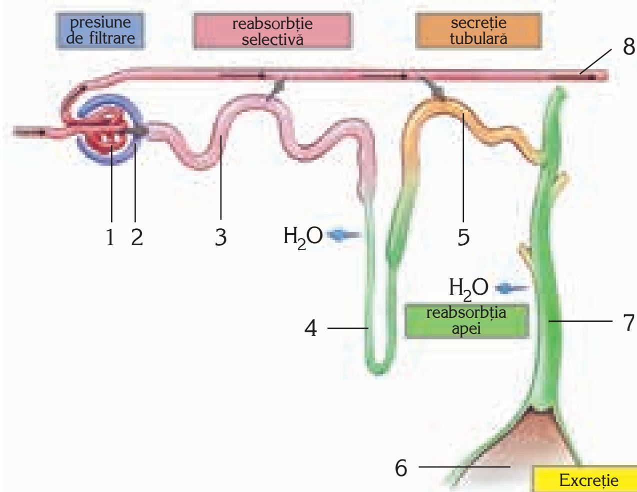


Fig. 100. Formarea urinei: 1. glomerul; 2. caplsulă glomerulară; 3. tub contort proximal; 4. ansa Henle; 5. tub contort distal; 6. calice mic; 7. tub colector; 8. capilar.

consum de energie și oxigen (consum de ATP) și împotriva gradientelor de concentrație sau electrice. Forța pompelor metabolice este limitată de capacitatea lor maximă de a transporta o substanță pe unitatea de timp (Tmax). Celula consumă energie numai pentru recuperarea substanțelor utile, lăsând cataboliții în urină. Prin transport activ se reabsorb glucoza, aminoacizii, unele vitamine, polipeptidele, precum și majoritatea sărurilor minerale (Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, fosfați, sulfați, urați etc.).

Secreția tubulară. Principala modalitate de curățire a plasmei de cataboliții azotați neutilizabili este filtrarea. Secreția tubulară completează funcția de eliminare a unor substanțe acide, toxice sau în exces și a unor medicamente.

Prin secreție, rinichii intervin și în reglarea concentrației plasmatice a unor constituenți obișnuiți (K^+, acid uric, creatinină). Mecanismele secreției sunt la fel cu cele ale reabsorbției: active și pasive. Sensul transportului este inversat: din interstițiul peritubular, înspre interiorul tubului. Procesele de secreție pot avea loc pe toată lungimea nefronului.

Secreția de H^+. Mecanismul este activ, iar sediul principal este tubul contort proximal. Secretând ionii de hidrogen, rinichiul participă la reglarea echilibrului acido-bazic. Secreția de protoni poate avea loc și în restul nefronului.

Astfel, la nivelul tubului contort distal există mecanisme de transport prin schimb ionic, care reabsorb Na^+ și secretă K^+ sau H^+, în funcție de *p*H-ul mediului intern. Acest mecanism este activat de aldosteron.

Secreția de K^+ are loc mai ales în tubul contort distal, prin mecanisme active (schimb ionic) și pasive.

Prin secreție de potasiu, rinichiul asigură menținerea normală a potasemiei.

Secreția de NH_3. În afară de efectul antitoxic, secreția de amoniac reprezintă și o modalitate de excreție suplimentară de protoni, fără o acidifiere suplimentară a urinei. Surplusul de protoni eliminați se leagă de NH_3 rezultând ionul amoniu, care se elimină, împreună cu clorul, sub formă de clorură de amoniu.

CUVINTE CHEIE

renină, eritropoietină, nefroni corticali, nefroni juxtamedulari, debit sangvin renal, permeabilitate glomerulară, filtrat glomerular, urină primară, reabsorbție tubulară, secreție tubulară, secreție de H^+, K^+, NH_3, urină finală, micțiune

Transportul urinei prin uretere

Ureterele sunt mici tuburi musculare netede care încep în pelvisul fiecărui rinichi și coboară până la vezica urinară. Pe măsură ce urina se colectează în pelvis, presiunea din pelvis crește și inițiază o contracție peristaltică, aceasta răspândindu-se de-a lungul ureterului până la vezica urinară. Stimularea parasimpatică poate crește, iar stimularea simpatică poate scădea frecvența undelor peristaltice, afectând și intensitatea contracției.

În porțiunea inferioară, ureterul pătrunde oblic în vezica urinară și trece câțiva centimetri sub epiteliul vezical, astfel că presiunea intravezicală comprimă ureterul, prevenind refluxul urinei în ureter în timpul micțiunii, când presiunea din vezica urinară crește foarte mult.

Vezica urinară este o cavitate cu pereți alcătuiți din musculatură netedă, formată din două părți: (1) corpul, care este cea mai mare parte a vezicii, în care se acumulează urina și (2) colul (trigonul), care este o prelungire sub formă de pâlnie a corpului, continuându-se în jos cu uretra.

Mușchiul colului vezical este denumit adeseori și sfincter intern. Tonusul său natural oprește, în mod normal, pătrunderea urinei la nivelul colului vezical și al uretrei, împiedicând astfel golirea vezicii, înainte ca presiunea să atingă pragul critic.

Vezica urinară mai prezintă și un sfincter extern care este alcătuit din mușchi striat, controlat voluntar, spre deosebire de sfincterul intern, care este în întregime mușchi neted. Sfincterul extern este controlat de către sistemul nervos și poate preveni micțiunea, chiar și atunci când controlul involuntar tinde să o inițieze.

Micțiunea

Micțiunea este procesul de golire a vezicii urinare atunci când este plină. În esență, vezica urinară se umple progresiv, până ce tensiunea intraparietală atinge o anumită valoare prag, moment în care se declanșează un reflex nervos, numit reflex „de micțiune“, care fie determină micțiunea, fie, dacă nu este posibil, produce dorința conștientă de a urina. Când în vezică s-au adunat 30-50 mL de urină, presiunea crește la 5-10 cm apă. Acumularea în vezica urinară a 200-300 mL de urină determină o creștere de numai câțiva centimetri apă a presiunii intravezicale; acest nivel aproape constant al presiunii este rezultatul tonusului intrinsec al peretelui vezical. Dacă volumul de urină depășește 300-400 mL, presiunea crește foarte mult și rapid.

Reflexul de micțiune odată inițiat, se autoamplifică. Astfel, contracția inițială a vezicii crește descărcarea de impulsuri de la receptorii vezicali, ceea ce va duce la accentuarea contracției reflexe, acest ciclu repetându-se până când mușchiul vezicii urinare ajunge la o contracție puternică. Dacă reflexul de micțiune declanșat nu reușește să golească vezica urinară, elementele nervoase ale acestui reflex rămân inhibate timp de câteva minute sau uneori o oră sau chiar mai mult, înainte ca un alt reflex să fie inițiat și să declanșeze micțiunea. Dacă nu, micțiunea nu se va produce atât timp cât umplerea vezicii urinare este suficientă pentru a declanșa un reflex mai puternic.

Reflexul de micțiune este un reflex controlat în întregime de măduva spinării, dar poate fi stimulat sau inhibat de centrii nervoși superiori din trunchiul cerebral și din cortexul cerebral.

Compoziția chimică a urinei

Urina conține 95% apă și 5% diverși componenți: substanțe minerale (săruri de Na, K, Ca, Mg); organice (creatinină, uree, acid uric, enzime, hormoni, vitamine); hematii și leucocite (dar mai puține de 5000/mL).

Valori medii normale în urina finală

Componentul	Cantitatea eliminată în 24 h
Na^+	3,3 g
K^+	2 - 3,9 g
Ca^{2+}	0,2 g
Mg^{2+}	150 mg
HCO_3^-	0,3 g
Cl^-	5,3 g
Fosfor	1 - 1,5 g
Uree	25 g
Acid uric	0,6 - 0,8 g
Creatinină	1 - 2 g
Apă	1,3 - 1,8 L

5. Metabolismul

Prin metabolism se înțelege totalitatea reacțiilor biochimice de sinteză ori de degradare, cu consum sau cu producere de energie, care au loc în organismele vii. Aceste reacții au drept rezultat menținerea vieții și adaptarea organismelor la condițiile mediului înconjurător, cu care au un schimb permanent de substanțe și energie.

În funcție de sensul biologic al acestor reacții biochimice, procesele metabolice pot fi de tip catabolic sau anabolic, potențându-se sau inhibându-se reciproc.

Procesele de tip **catabolic (catabolismul)** au ca rezultat producerea de energie. Sunt reprezentate de reacții chimice, în cadrul cărora are loc descompunerea substanțelor macromoleculare care provin din alimente (exogene) sau din structurile celulare (endogene), până la constituenți simpli. Parte din energia rezultată prin procesele catabolice la nivel celular se pierde sub formă de căldură (55%), restul se depozitează în compuși, care, datorită cantității mari de energie pe care o pot înmagazina, poartă denumirea de compuși macroergici, ca de exemplu, acidul adenozintrifosforic (ATP).

Procesele de tip **anabolic (anabolismul)** constau din totalitatea reacțiilor biochimice care, prin utilizarea moleculelor absorbite la nivelul tubului digestiv sau rezultate din procesele catabolice și cu consum energetic, refac macromoleculele uzate din structurile celulare, asigurând creșterea și dezvoltarea organismului și realizarea funcțiilor sale.

În general, procesele anabolice se află în echilibru dinamic cu cele catabolice, însă, în diferite perioade ale vieții, intensitatea cu care se desfășoară unul ori celălalt dintre procesele metabolice variază. La vârstele tinere, atunci când are loc diviziunea accelerată a celulelor și diferențierea lor, și în cursul perioadelor de convalescență, predomină anabolismul, în timp ce, în cursul eforturilor mari, ori către bătrânețe, predomină catabolismul.

Pentru facilitarea studiului proceselor metabolice, acestea vor fi prezentate atât analitic (metabolismul intermediar), cât și prin prisma aspectelor energetice care le caracterizează (metabolismul energetic).

Metabolismul intermediar

Metabolismul intermediar (MI) reprezintă totalitatea reacțiilor chimice la care participă produșii absorbiți la nivelul tubului digestiv, reacții care realizează înglobarea lor în edificiile macromoleculare ale organismului sau degradarea acestora până la la forme excretabile.

Desfășurarea acestor reacții este posibilă datorită enzimelor, care au rol de biocatalizatori.

Metabolismul intermediar al glucidelor

Glucoza, fructoza și galactoza, absorbite la nivelul tubului digestiv, ajung pe calea venei porte la ficat. La acest nivel, galactoza, în totalitate, și cea mai mare parte a fructozei sunt transformate printr-o serie de reacții în glucoză, forma de utilizare preferențială a hexozelor de către toate celulele.

La nivelul ficatului, glucoza poate fi stocată sub formă de glicogen (glicogenogeneza), ori poate fi utilizată printr-o serie de reacții metabolice (glicoliza), ca principală sursă de energie.

***Glicogenogeneza**, procesul de formare a glicogenului — polimer al glucozei cu moleculă foarte mare —, are loc la nivelul diferitelor celule din organism, dar cu precădere în ficat și mușchi. Glicogenul este o formă de depozit a glucozei, care poate fi mobilizată cu ușurință, la nevoie, printr-o serie de reacții de depolimerizare, proces ce poartă denumirea de glicogenoliză și este activat de către adrenalină și glucagon.

***Glicoliza.** Glicoliza reprezintă desfacerea moleculei de glucoză pentru a forma două molecule de acid piruvic. Procesul se desfășoară în zece trepte de reacții chimice succesive, fiecare treaptă fiind catalizată de către o enzimă proteică specifică. Cele două molecule de acid piruvic ce rezultă dintr-o moleculă de glucoză pot fi transformate, în prezența oxigenului, în două molecule de acetil coenzima A, care vor intra în ciclul acizilor tricarboxilici (ciclul Krebs), desfășurat în matricea mitocondrială. Rezultatul net per moleculă de glucoză la sfârșitul ciclului acizilor tricarboxilici este obținerea a două molecule de ATP, la fel ca și în cazul glicolizei anaerobe.

Cu toată complexitatea glicolizei și a ciclului Krebs, în timpul acestor procese se sintetizează cantități foarte mici de ATP. Cea mai mare parte a cantității de ATP furnizată de o moleculă de glucoză (aproximativ 95%) se va sintetiza în timpul fosforilării oxidative, desfășurată în mitocondrii și care presupune oxidarea hidrogenului produs în timpul glicolizei și al ciclului Krebs. Acest proces este extrem de complex și este posibil datorită prezenței la nivelul mitocondriilor a unor structuri speciale care, prin reacții controlate enzimatic, furnizează energie ce se va înmagazina sub formă de ATP. În timpul fosforilării oxidative se obțin 34 de molecule de ATP.

Astfel, eficiența transferului de energie prin catabolismul unui mol de glucoză este de 66%, restul transformându-se în căldură.

Trebuie subliniat rolul pe care îl are ADP-ul în controlul glicolizei și al oxidării glucozei, deoarece el este necesar în diferite etape pentru a fi convertit la

ATP. În concluzie, absența lui duce la stoparea degradării moleculei de glucoză. Așadar, odată ce tot ADP-ul din celulă a fost transformat în ATP, întregul proces glicolitic și oxidativ se oprește.

Eliberarea de energie în absența oxigenului — glicoliza „anaerobă". Uneori, oxigenul devine fie indisponibil, fie insuficient, și atunci, în aceste condiții, o cantitate mică de energie poate fi eliberată de către celule prin glicoliză, pentru că reacțiile de obținere a acidului piruvic nu necesită oxigen. Acest proces, deși are un randament extrem de mic (3%), este salvator pentru viața celulei pentru cele câteva minute în care oxigenul poate fi indisponibil. În aceste condiții, cantități mari de acid piruvic sunt transformate în acid lactic, care difuzează în afara celulelor, permițând obținerea în continuare de acid piruvic prin glicoliză. Când oxigenul devine din nou disponibil, acidul lactic se transformă din nou în acid piruvic, care, eventual, va fi oxidat, pentru a asigura o cantitate suplimentară de energie.

Trebuie amintit că eliberarea de energie din glucoză mai poate fi făcută și pe o cale alternativă proceselor discutate până acum, și anume pe calea numită a pentozo-fosfaților.

***Gluconeogeneza.** Atunci când glicemia scade ca urmare a aportului insuficient de glucoză ori a utilizării ei excesive, are loc transformarea acizilor grași (proveniți din scindarea lipidelor) sau a aminoacizilor (proveniți din catabolizarea proteinelor) în glucoză (gluconeogeneza).

În situația în care cantitatea de glucoză este crescută peste posibilitățile celulei de a o utiliza, are loc transformarea glucozei în trigliceride și depunerea acestora sub formă de lipide de rezervă în țesutul adipos. Acest fapt explică de ce scăderea consumului energetic (sedentarismul), ori aportul excesiv de glucide atrag creșterea cantității de țesut adipos (îngrășarea).

***Mecanismele de reglare a glicemiei.** Valorile glucozei în sânge, glicemia, variază relativ puțin, menținându-se în limite relativ constante (65–110 mg la 100 mL de sânge), datorită unor complexe mecanisme de reglare care păstrează echilibrul între procesele de glicogenoliză, glicogenogeneză, glicoliză și gluconeogeneză.

Insulina, hormon secretat de pancreasul endocrin, scade glicemia, prin facilitarea pătrunderii și utilizării ei celulare.

O serie de hormoni au însă o acțiune opusă insulinei. De exemplu, glucagonul, un alt hormon secretat de pancreasul endocrin, stimulează glicogenoliza și gluconeogeneza, ceea ce explică acțiunea lui hiperglicemiantă; adrenalina își exercită acțiunea hiperglicemiantă prin stimularea glicogenolizei, iar

hormonii glucocorticoizi (cortizolul) stimulează gluconeogeneza.

Rolul glucidelor în organism este multiplu.

Rolul energetic este primordial. Ca urmare a degradării complete a unui gram de glucoză, în cursul procesului de glicoliză și oxidare ia naștere un total de 4,1 kcal. Avantajul utilizării glucidelor ca sursă energetică constă în faptul că ele sunt rapid degradate, fără obținerea unor produși reziduali, până la CO_2 și H_2O. Glicogenul, depozitat în special în ficat și mușchi, constituie o rezervă energetică (aproximativ 3 000 kcal) mobilizabilă prioritar în condiții de solicitare de relativ scurtă durată (efort fizic moderat, expunerea organismului la frig).

Rolul plastic. Anumite structuri glucidice intră în alcătuirea unor țesuturi ori a membranelor celulare.

Rolul funcțional. Pentozele (riboza și dezoxiriboza) intră în alcătuirea acizilor nucleici sau a unor enzime.

Metabolismul intermediar al lipidelor

Chilomicronii formați în enterocite, ajunși apoi prin vasele chilifere în limfă și trecuți odată cu aceasta în sânge, sunt scindați sub influența unei enzime (lipoproteinlipaza) în proteine, acizi grași, glicerol, fosfolipide, colesterol, utilizabili la nivel tisular. Acizii grași, în marea lor majoritate, pătrund în toate celulele (cu excepția celulelor nervoase) și în cantitate mică rămân în plasmă (acizi grași liberi). Parte din acizii grași liberi vor pătrunde și ei în celule, aflându-se într-un permanent echilibru dinamic cu acizii grași din celule. La nivel celular, acizii grași pot trece printr-o secvență de reacții chimice de **beta-oxidare** cu eliberare de energie, ori pot fi utilizați pentru resinteza diferiților compuși lipidici.

***Mecanisme de reglare a metabolismului intermediar lipidic.** Insulina, ca urmare a stimulării utilizării glucozei, atrage scăderea lipolizei și stimularea lipogenezei. Adrenalina și noradrenalina determină degradarea trigliceridelor și mobilizarea acizilor grași. Hormonii glucocorticoizi (cortizol), ca și hormonul somatotrop au efecte lipolitice, ei contribuind la mobilizarea acizilor grași din depozite și la degradarea lor. Hormonii tiroidieni determină mobilizarea rapidă a grăsimilor, fapt determinat indirect prin creșterea ratei metabolismului energetic în celulele corpului.

Rolul lipidelor în organism

1. *Rol energetic*: lipidele reprezintă principalul rezervor energetic din organism. Se apreciază că, la o persoană cu o constituție fizică normală, lipidele aflate în organism reprezintă o rezervă energetică de aproximativ 50 000 kcal. Degradarea unui singur gram de lipide eliberează 9,3 kcal.

2. *Rol plastic*: lipidele intră în constituția tuturor sistemelor de citomembrane (de exemplu, lecitina). Cantități importante de lipide se găsesc depozitate în jurul organelor (grăsimea din loja perirenală, din orbită etc.), asigurând protecția mecanică a acestora, sau subcutanat, cu rol termoizolator.

3. *Rol funcțional*: unele dintre substanțele lipidice reprezintă precursori ai unor hormoni; astfel, colesterolul reprezintă precursorul hormonilor glucocorticoizi, mineralocorticoizi, cât și al hormonilor sexuali. Unele fosfolipide intervin în prima fază a procesului de coagulare.

Metabolismul intermediar al proteinelor

Proteinele reprezintă aproape un sfert din masa corporală. În procesul sintezei de proteine sunt folosiți aminoacizii de proveniență alimentară, cei formați în organism din precursori glucidici și lipidici și o bună parte din cei rezultați din procesele de catabolism al proteinelor.

Concentrația normală a aminoacizilor în sânge este între 35 și 65 mg/100 mL de plasmă.

Aproape toți aminoacizii au moleculele mult prea mari pentru a putea difuza prin porii membranei celulare. Ei vor traversa prin membrana celulară, prin transport activ sau difuziune facilitată.

În afară de utilizarea în cursul procesului de sinteză a proteinelor, aminoacizii sunt implicați și într-o serie de reacții metabolice.

***Mecanisme de reglare a melabolismului intermediar proteic.** Menținerea unui echilibru între procesele de anabolism și cele de catabolism se realizează în funcție de aportul alimentar și de cheltuiala energetică a organismului, sub controlul sistemului nervos și al glandelor cu secreție internă. O serie de hormoni

stimulează procesele de sinteză a proteinelor (hormonul de creștere, testosteronul, hormonii estrogeni), în timp ce alții favorizează predominanța proceselor catabolice (tiroxina, cortizolul). Sistemul nervos poate interveni, de asemenea, în controlul echilibrului dintre procesele anabolice și cele catabolice. Stimularea sistemului nervos vegetativ simpatic antrenează predominanța proceselor catabolice, iar a celui vegetativ parasimpatic, predominanța celor anabolice.

Rolul proteinelor în organism

1. *Rol plastic*: proteinele reprezintă scheletul pe care are loc constituirea ultrastructurii celulare. Proteinele intră, de asemenea, și în alcătuirea macrostructurilor, a substanței fundamentale din structura tesutului osos (oseina), cartilaginos (condrina) etc.

2. *Rol funcțional*: majoritatea substanțelor „active“ (enzimele, unii hormoni) din organism sunt de natură proteică. Proteinele joacă și rol de transportor al diferitelor substanțe prin sânge, lichide interstițiale, ori prin membranele celulare.

3. *Rol energetic*: degradarea proteinelor în vederea acoperirii consumului energetic se face în cazuri extreme, când depozitele de glicogen și lipide sunt epuizate. Arderea a 1 g de proteine furnizează 4,1 kcal.

Metabolismul energetic

Metabolismul energetic reprezintă schimburile energetice dintre organism și mediu, ținând seama de cantitatea totală de energie care ia naștere în cursul metabolismului intermediar și cantitatea de energie utilizată de organism. Energia este utilizată de organism atât pentru menținerea proceselor vitale, cât și pentru a permite realizarea unor reacții cu caracter adaptativ ale principalelor sisteme funcționale ale organismului.

Glucidele, lipidele și proteinele pot fi utilizate de către celule pentru obținerea ATP, iar acesta poate fi folosit ca sursă energetică pentru alte funcții celulare.

Ceea ce face ca această moleculă să fie utilizată atât de larg drept sursă de energie este marea cantitate de energie liberă (12 000 de calorii pe mol în condiții fiziologice) înmagazinată în fiecare dintre cele două legături fosfat macroergice ale sale. Cu toată importanța sa deosebită ca agent de legătură pentru transferul de energie, ATP nu este cel mai abundent depozit de legături fosfat macroergice din celulă. Dimpotrivă, fosfocreatina (PC) este de câteva ori mai abundentă, iar legătura macroergică de la nivelul său conține 13 000 de calorii/mol.

Spre deosebire de ATP însă, ea nu poate acționa ca agent de legătură pentru transferul de energie între principiile alimentare și sistemele funcționale celulare. În schimb, poate transfera energie prin schimb cu ATP-ul; când în celulă sunt disponibile cantități mari de ATP, acesta poate fi utilizat pentru sinteza de PC, iar apoi, în timpul utilizării ATP, energia din PC poate fi transferată rapid ATP-ului și, de la acesta, sistemelor celulare.

Interrelațiile biochimice ale fosfocreatinei și acizilor adenozinmono-, di- și trifosforic sunt mijlocite enzimatic (creatinkinază, adenilatkinază), putându-se schematiza: PC + ADP ↔ creatină + ATP și

2 ADP ↔ ATP + AMP.

Metabolismul bazal (MB)

Rata metabolismului reprezintă rata utilizării energiei în organism. Se măsoară în calorii sau kilocalorii.

Creșterea activității celulare determină și creșterea ratei metabolice: hormonii tiroidieni, stimularea simpatică; efortul fizic, tipul de activitate (de exemplu, în cazul unor profesiuni predominant statice, consumul de energie nu depășește 3 000 kcal zilnic, în timp ce în profesiunile dinamice consumul poate ajunge la 5-6 000 kcal/24 ore).

Rata metabolismului bazal reprezintă cheltuielile energetice fixe ale unui organism pentru întreținerea funcțiilor vitale. Se măsoară în condiții speciale și se determină prin calorimetrie indirectă.

Valoarea metabolismului bazal poate fi exprimată în funcție de greutate (1 kcal/kg/oră), ori mai corect în funcție de suprafața corporală (40 kcal/m^2/oră). Acestea sunt valori medii, care variază în funcție de

vârstă, de sex, de tipul activității, fiind mai crescut la tineri, la sexul masculin și la persoanele ce desfășoară o activitate fizică susținută.

Valorile metabolismului bazal mai pot fi exprimate și procentual, în raport cu valorile standard ale metabolismului bazal, în funcție de vârstă, sex, talie, care se găsesc în tabele speciale, situație în care se acceptă o abatere de +/- 10 % față de valoarea medie.

Măsurarea metabolismului energetic se poate face fie prin metode directe, în care se măsoară cantitatea de căldură degajată de organism (egală cu consumul energetic doar atunci când energia nu se consumă și sub formă de lucru mecanic) sau indirecte, prin măsurarea cantității de oxigen consumată în cursul unei activități.

Rolul și valoarea energetică a nutrimentelor

Principalele nutrimente sunt glucidele, lipidele și proteinele.

Rația alimentară

La om, o alimentație corespunzătoare nu înseamnă asigurarea senzației de plenitudine gastrică prin aportul excesiv și neselectiv de alimente, ci aportul unor alimente în concordanță cu nevoile organismului, diferențiate în funcție de vârstă, de tipul activității depuse, de anotimp și de condițiile climaterice etc. În principiu, o alimentație echilibrată trebuie să asigure organismului suportul energetic pentru existență (substanțele energetice), elementele necesare creării unor structuri noi ori refacerii celor uzate (substanțe plastice), cât și biocatalizatorii de proveniență exogenă (substanțe minerale, vitamine etc.) care nu pot fi sintetizați în organism.

Conținutul energetic al alimentelor reprezintă energia eliberată de fiecare gram din fiecare principiu alimentar oxidat până la CO_2 și H_2O și a fost redat în cadrul acestui capitol.

Compoziția aproximativă a dietei se prezintă astfel: 50 % glucide, 35 % lipide și 15 % proteine; necesarul zilnic este prezentat la capitolul rezervat digestiei.

Coeficientul respirator este raportul dintre CO_2 eliberat și O_2 consumat pentru oxidarea unui gram de principiu alimentar. El are valoarea 1 pentru glucoză și diverse alte valori pentru alte substanțe (de exemplu, pentru aminoacidul alanină — 0,83).

Reglarea aportului alimentar

Foamea este dorința de alimente și se asociază cu o serie de fenomene obiective (de exemplu, contracțiile de foame de la nivelul stomacului).

Apetitul este dorința pentru un anumit tip de aliment.

Sațietatea este opusul foamei; senzația de împlinire a ingestiei de alimente.

Centrii nervoși de reglare a aportului alimentar

Centrii foamei și al sațietății se găsesc în hipotalamus. Primul, la nivel lateral, cel de al doilea, ventromedial. Există și alți centri nervoși cu rol în alimentare: centrii din partea inferioară a trunchiului cerebral, care controlează mișcările propriu-zise din timpul alimentației; amigdala și câteva arii corticale ale sistemului limbic, strâns corelate cu hipotalamusul.

Reglarea aportului alimentar poate fi clasificată în: reglare nutritivă, care constă în menținerea cantităților normale de depozite nutritive în organism, și reglare a alimentației (reglarea periferică sau pe termen scurt), care este în legătură directă cu efectele imediate ale alimentării asupra tractului digestiv. În primul caz, când depozitele de substanțe nutritive ale organismului scad sub normal, centrul foamei din hipotalamus devine extrem de activ și apare senzația de foame. Rolul cel mai important revine, printr-un mecanism necunoscut, produșilor metabolismului lipidic. În cel de-al doilea caz, intensitatea senzației de foame poate fi temporar scăzută sau crescută prin obișnuință (de exemplu, o persoană obișnuită să mănânce trei mese pe zi, în cazul omiterii uneia, va avea senzația de foame la timpul respectiv). Alți stimuli fiziologici pe termen scurt sunt plenitudinea gastrointestinală și înregistrarea alimentelor de către receptorii din cavitatea bucală.

Este recomandabil ca aportul alimentar să fie rațional, într-un ritm la care tractul gastrointestinal să se poată acomoda, reglat mai ales prin mecanismele pe termen scurt, dar modulat de către sistemele de reglare pe termen lung.

Obezitatea apare printr-un aport excesiv de energie în comparație cu consumul; aceasta se întâmplă numai în faza de instalare a obezității. Odată obezitatea instalată, pentru menținerea ei aportul și consumul sunt egale. Este însoțită de o serie de tulburări majore, care fac din această problemă o boală metabolică cu consecințe dintre cele mai grave.

Inaniția duce la golirea depozitelor nutritive din țesuturile organismului. Primele depozite golite în câteva ore sunt sunt cele glucidice. Eliminarea excesivă de lipide este constantă, iar proteinele au trei faze de depleție (epuizare): rapidă, lentă și din nou rapidă, cu puțin timp înainte de deces. În orice etapă a inaniției există modificări metabolice însemnate și semnele directe sau indirecte ale carențelor instalate.

*Vitaminele

Principalele vitamine și importanța lor

Denumirea	Rol în	Sursa	Consecințele avitaminozei	Necesarul zilnic pentru un adolescent
LIPOSOLUBILE A Retinol (antixeroftalmică)	- funcționarea epiteliilor de acoperire - creștere - vedere	- urzici, ardei, morcovi, pește, lapte, unt, ouă	- xeroftalmie - uscarea tegumentului - tulburări de creștere	3 mg
D Calciferol (antirahitică)	- metabolismul calciului și fosforului	- drojdie de bere, untură de pește, ouă, ficat, ciuperci - razele UV	- rahitism - demineralizări osoase - spasmofilie	0,01 mg
E Tocoferol (a fertilității)	- diviziunea celulară - imunitate	- măceșe, țelină, mere, germeni de cereale, ouă, ficat	- sterilitate	0,0025 mg
K Filochinonă (antihemoragică)	- hemostază	- varză, spanac, uleiuri vegetale - produsă și de microflora intestinală	- hemoragii	1,8 mg
HIDROSOLUBILE C Acid ascorbic (antiscorbutică)	- procesele de oxido-reducere - biocataliza enzimatică - funcționarea SN	- citrice, salată, ardei, ficat	- scorbut (inflamarea gingiilor) - friabilitate osoasă - tulburări respiratorii - anemie	55 mg

Denumirea	Rol în	Sursa	Consecințele avitaminozei	Necesarul zilnic pentru un adolescent
B1 Tiamină (antiberiberică, antinevritică)	- metabolismul glucidelor - funcționarea SN central și periferic	- drojdia de bere	- beri-beri (boală care se manifestă prin tulburări senzorio-motorii de tip polinevritic, tulburări cardiace și respiratorii)	1,5 mg
B2 Riboflavină	- vedere - respirație tisulară	- produse lactate - microflora intestinală	- tulburări de vedere - leziuni cutanate	1,5 mg
B6 Piridoxină	- integritatea epiteliilor de acoperire	- carne, produse din lapte - microflora intestinală	- afecțiuni cutanate	1,8 mg
B12 Cobalamină (antianemică)	- hematopoieză	- ficat, rinichi, albuș de ou, pâine integrală	- anemie	5 mg
PP Nicotinamidă (antipelagroasă)	- metabolismele intermediare (glucidic, protidic, lipidic) și cel energetic - funcționarea sistemului nervos central - circulația periferică	- carne, legume, cereale	- pelagră (tulburări severe ale SNC și digestive, dermatite)	18 mg

C. FUNCȚIA DE REPRODUCERE

Sistemul reproducător

Aparatul genital feminin

Este format dintr-o glandă mixtă – ovarul –, din căile genitale și organele genitale externe (fig. 101).

Ovarul

Situat în cavitatea pelviană, este un organ pereche, cu funcție mixtă, exocrină, producând ovulele, și endocrină, secretând hormoni: estrogeni și progesteronul. Are forma unui ovoid turtit, cântărind 6-8 g, cu diametrul mare de 3-5 cm. Prezintă două fețe, două margini și două extremități. Fața laterală se află pe peretele lateral al cavității pelviene, ocupând fosa ovariană; fața medială este acoperită de pavilionul trompei. Pe extremitățile superioară și inferioară se prind o serie de ligamente, prin care ovarul este legat de organele vecine.

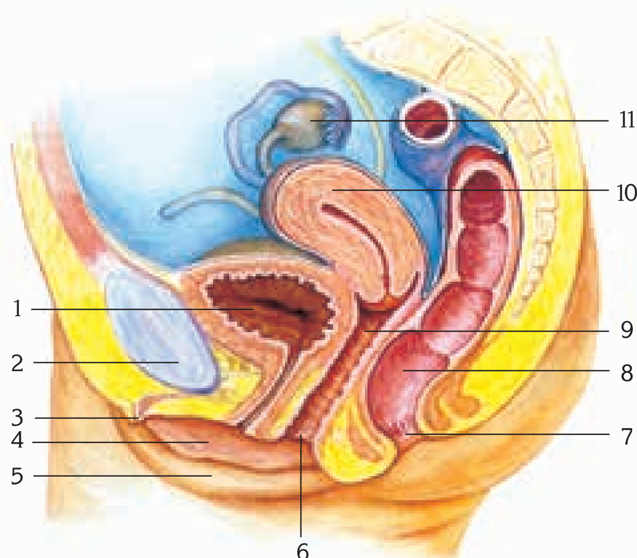


Fig. 101. Aparatul genital feminin: 1. vezica urinară; 2. simfiza pubiană; 3. clitoris; 4. labiile mici; 5. labiile mari; 6. orificiul vaginal; 7. anus; 8. rect; 9. vagin; 10. uter; 11. ovar.

Structură. Ovarul este acoperit la suprafață de un epiteliu simplu, sub care se găsește un înveliș conjunctiv – albugineea ovarului. În interior, se află parenchimul glandular, cu două zone: medulară și corticală.

Zona medulară conține vase sangvine și limfatice, cât și fibre nervoase vegetative.

În zona corticală se află foliculii ovarieni în diferite faze de evoluție.

Se descriu foliculi primordiali, foliculi primari, foliculi secundari (cavitari) evolutivi și foliculi maturi (terțiari, de Graaf). În fiecare lună, începând cu pubertatea și până la menopauză, un folicul secundar devine folicul matur, care este cel mai voluminos. Acesta conține în interior ovocitul.

După eliminarea ovocitului, foliculul ovarian matur se transformă în corp galben, care are rol secretor, secretând progesteronul.

Corpul galben devine în final corp alb care are țesut cicatricial.

Vascularizația ovarului este asigurată de artera ovariană, ramură a aortei abdominale, și de o ramură ovariană din artera uterină. Venele sunt reprezentate de vena ovariană dreaptă, care se varsă în vena cavă inferioară, și de vena ovariană stângă, care se deschide în vena renală stângă. O parte din sângele venos al ovarului ajunge în vena uterină.

Calea genitală

Trompele uterine

Trompele uterine sunt conducte musculo-membranoase întinse de la ovare până la uter, cu care comunică prin orificii numite ostii uterine. Extremitatea laterală a trompelor conține un orificiu care se deschide în cavitatea abdominală. Au o lungime de 7-12 cm.

Vascularizația este asigurată de ramuri tubare ce provin din arterele ovariană și uterină. Venele sunt omonime arterelor.

Uterul

Este situat în cavitatea pelviană, între vezica urinară și rect; este un organ musculos, cavitar și impar.

Uterul (fig. 102) este interpus între trompele uterine și vagin. Are formă de pară, cu extremitatea mare orientată superior. Prezintă corpul și colul uterin, între

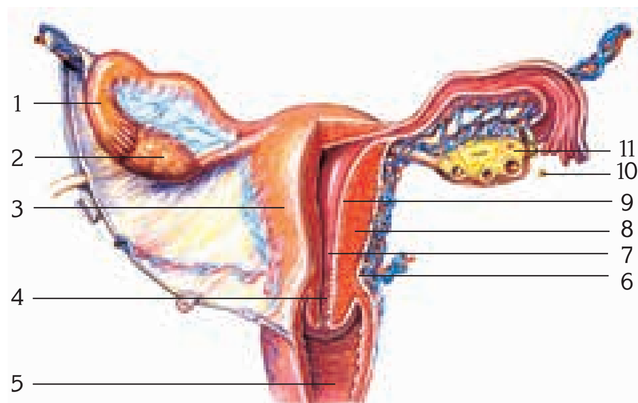


Fig. 102. Uterul: 1. trompă uterină; 2. ovar; 3. corp uterin; 4. colul uterin; 5. vagin; 6. perimetru; 7. istmul uterin; 8. miometru; 9. endometru; 10. ovocit; 11. foliculi.

care există o porțiune mai strâmtă, numită istmul uterin. Pe colul uterin (cervix) se inseră vaginul prin extremitatea sa superioară.

În structura uterului, la exterior, distingem o tunică seroasă — *perimetru* —, întâlnită numai la nivelul corpului uterin, o tunică musculară, numită *miometru*, formată din musculatură netedă, și o tunică mucoasă — *endometru* —, care căptușește cavitatea uterină. Acest strat este considerat stratul funcțional al uterului și este cel care prezintă modificări structurale atunci când se elimină odată cu sângerarea menstruală. În ciclul următor, se reface.

Vascularizația este asigurată de arterele uterine, ramuri din artera iliacă internă. Din artera uterină se desprind și ramuri pentru vagin, trompe uterine și ovare. Venele uterine se deschid în vena iliacă internă.

Vaginul

Este un conduct musculo-conjunctiv, lung de 7-9 cm, median și impar, care, prin extremitatea superioară, se inseră pe colul uterin, iar prin cea inferioară (orificiul vaginal), se deschide în vestibulul vaginal, spațiu delimitat de cele două labii mici.

În structura vaginului există un strat muscular format din fibre netede, iar la interior se află o mucoasă formată dintr-un epiteliu pavimentos stratificat.

Vulva

Este un organ genital extern și are forma unei fante, alungită în sens sagital și mărginită lateral de către două repliuri cutanate, labiile mari și mici.

Labiile mari sunt acoperite de tegument și sunt prevăzute cu păr și glande sebacee mari. În partea anterioară a labiilor mari există un relief median, acoperit de păr și numit muntele pubian sau al lui Venus.

Labiile mici sunt două cute simetrice, situate medial de labiile mari. Spațiul mărginit de labiile mici se numește vestibul vaginal, în care, anterior, se deschide uretra, iar posterior, vaginul. Vulva prezintă și organele erectile: clitorisul și bulbii vestibulari. Clitorisul este situat median și are o lungime de 5-6 cm, iar bulbii vestibulari sunt situați la baza labiilor mari.

Vascularizația este asigurată de ramuri ale arterei rușinoase interne; venele se deschid în vena iliacă internă.

Mamela

Este formată din glanda mamară și diferite părți moi care o înconjoară. Glanda mamară este o glandă pereche, anexă a aparatului genital feminin, situată pe peretele toracic anterior, în intervalul dintre coastele III-VII.

La femeia adultă, glandele mamare prezintă o structură complexă, având importanță biologică și patologică. Ele asigură secreția de lapte, alimentul esențial al nou-născutului, și sunt, de asemenea, sediul a numeroase procese patologice, dintre care cancerele sunt cele mai importante.

Aparatul genital masculin

Este format din testicul, din conducte spermatice, prostată, glande bulbouretrale și organele genitale externe (fig. 103).

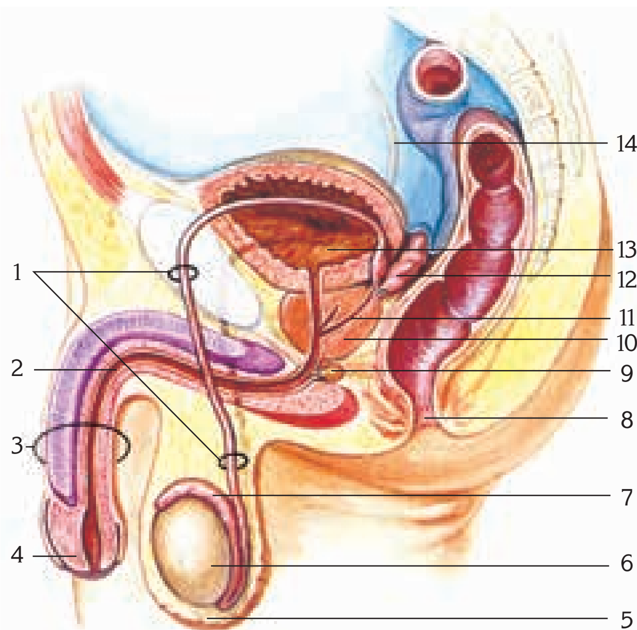


Fig. 103. Aparatul genital masculin: 1. canal deferent; 2. uretră; 3. penis; 4. gland; 5. scrot; 6. testicul; 7. epididim; 8. anus; 9. glande bulbo-uretrale; 10. prostată; 11. canal ejaculator; 12. vezicula seminală; 13. vezică urinară; 14. ureter.

Testiculul

Testiculul (fig. 104) este glanda genitală masculină care îndeplinește două funcții:

• *spermatogeneza*, formarea celulelor sexuale (spermii sau spermatozoizi), care se desfășoară la nivelul tubilor seminiferi contorți;

• *funcția endocrină*, prin care celulele interstițiale ale parenchimului testicular secretă *hormonii androgeni* (testosteronul), care determină maturizarea organelor sexuale și stimulează evoluția caracterelor sexuale secundare masculine.

Testiculul are o masă de aproximativ 25 g și este un organ pereche, având forma unui ovoid turtit transversal, situat în bursa scrotală, o pungă cutanată. Fiecărui testicul îi este anexat un organ alungit, epididimul, care face parte din conductele seminale. El are forma unei virgule, așezat pe marginea

posterioară a testiculului. Conține canalul epididimar, care se continuă cu canalul deferent. Testiculul este învelit la suprafață de o membrană conjunctivă de culoare albă-sidefie, numită albuginee, rezistentă și inextensibilă, ținând în tensiune parenchimul testicular. Parenchimul testicular este străbătut de septuri conjunctive care delimitează lobulii testiculului. Ei sunt în număr de 250–300 pentru fiecare testicul și sunt formați din 2–3 tubi seminiferi contorți în care se desfășoară spermatogeneza.

Tubii seminiferi contorți sunt continuați de tubii drepți, care reprezintă primul segment al căilor spermatice. Ei se deschid în rețeaua testiculară de la

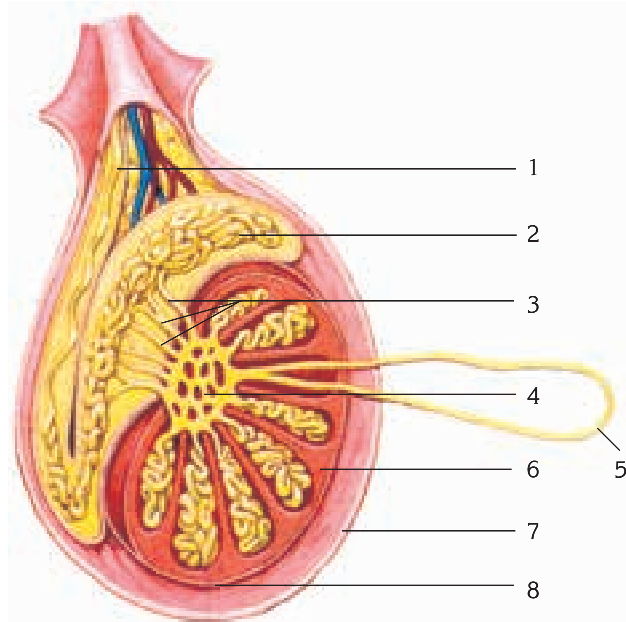


Fig. 104. Testicul (secțiune): 1. canal deferent; 2. canal epididimar; 3. canale eferente; 4. rețea testiculară; 5. tub seminifer contort (desfășurat); 6. testicul; 7. bursa scrotală; 8. albuginee.

care pleacă canalele eferente, 10–15, care ajung în canalul epididimar.

Vascularizația testiculului și epididimului este asigurată de artera testiculară, ramură din aorta abdominală. Venele se varsă în vena cavă inferioară.

Conductele spermatice

Căile spermatice sunt conducte de eliminare a spermiilor și a lichidului spermatic. Ele sunt intratesticulare și extratesticulare.

Căile intratesticulare sunt reprezentate de tubii seminiferi drepți și rețeaua testiculară.

Căile extratesticulare sunt: canalele eferente, canalul epididimar, canalul deferent, ejaculator și uretra. Canalul deferent continuă canalul epididimar, terminându-se la baza prostatei, unde se unește cu canalul veziculei seminale, formând canalul ejaculator. Acesta se deschide în uretră.

Glandele anexe

Vezicula seminală

Este un organ pereche, situat deasupra prostatei, lateral de canalele deferente. Are rol secretor, produsul adăugându-se lichidului seminal. Vezicula seminală are formă ovoidală, cu o lungime de 4–5 cm și o lățime de 2 cm.

Prostata

Este un organ glandular exocrin, impar, situat în jurul uretrei, sub vezica urinară. Produsul ei de secreție participă la formarea spermei.

Vascularizația este asigurată de artera prostatică, ramură din artera iliacă internă. Sângele venos este colectat de vena iliacă internă.

Glandele bulbo-uretrale

Sunt două formațiuni glandulare ovoide, de dimensiunile unui sâmbure de cireașă. Se deschid în uretră. Secretă un lichid clar, vâscos, asemănător cu cel prostatic, care se adaugă lichidului spermatic.

Organele genitale externe

Penisul

Organ genital și urinar, este situat deasupra scrotului, înaintea simfizei pubiene. Prezintă rădăcina penisului și o porțiune liberă, corpul penisului, care, la extremitatea sa anterioară, se termină cu o parte mai voluminoasă, numită gland. Rădăcina este fixată, prin cei doi corpi cavernoși, de oasele bazinului.

Corpul penisului are formă ușor turtită.

Glandul prezintă în vârful său orificiul extern al uretrei.

Structură. Penisul este format dintr-un aparat erectil și învelișuri. Organele erectile sunt reprezentate de doi corpi cavernoși și un corp spongios, care, umplându-se cu sânge, determină erecția.

Penisul este învelit de piele, care se continuă cu pielea scrotului și a regiunii pubiene.

Vascularizația este asigurată de ramuri din artera rușinoasă internă; venele se deschid în vena rușinoasă internă și, de aici, în vena iliacă internă.

Scrotul (bursele scrotale)

Formează partea organelor genitale externe în care sunt localizate testiculele. Fiecare bursă este situată sub penis și este formată din mai multe tunici concentrice, care se continuă cu structurile peretelui anterior abdominal.

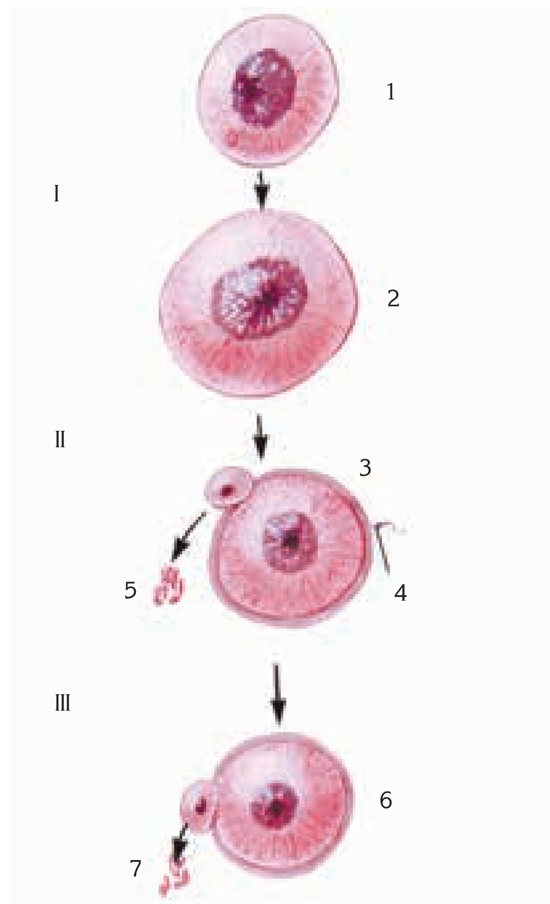


*Fig. 106. Ovogeneza:** I. diviziune mitotică; II. diviziune meiotică; III. a doua diviziune mitotică; 1. ovogonie (diploidă); 2. ovocit primar (de ordinul I, diploid); 3. ovocit secundar (de ordinul II, haploid); 4. spermatozoid; 5. primul globul polar, degenerat; 6. zigot; 7. al doilea globul polar degenerat.

Fiziologia organelor de reproducere

Testiculul (gonada masculină) și ovarul (gonada feminină) sunt glande mixte: exocrine, asigurând formarea gameților, și endocrine, prin secreția hormonilor sexuali.

Activitatea lor devine evidentă în timpul perioadei de creștere și dezvoltare, și anume la pubertate. Aceasta este definită drept perioada în care funcția gametogenetică și endocrină a gonadelor atinge un stadiu de dezvoltare care face posibilă funcția de reproducere.

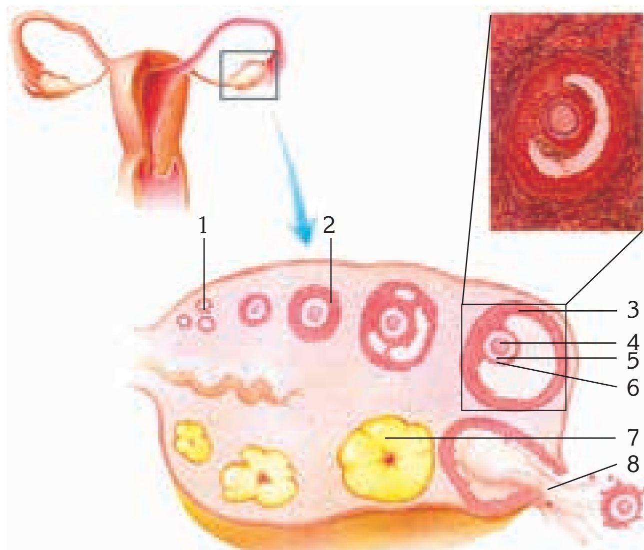


Fig. 105. Anatomia ovarului: 1. folicul primar; 2. folicul secundar; 3. folicul de Graaf; 4. ovocit; 5. zona pellucida; 6. coroana radiata; 7. corp galben; 8. ovulație.

Instalarea pubertății este consecința modificărilor survenite la nivelul secreției hormonilor gonadotropi care controlează dezvoltarea morfologică și funcțională a gonadelor și, legat de aceasta, modificările somatice și comportamentale complexe.

Ovarul (fig. 105)

Prezintă, ca și testiculul, o dublă activitate.

Formarea foliculilor maturi și ovulația (fig. 106). Fiecare ovar conține, la naștere, câteva sute de mii de foliculi primordiali. Dintre aceștia, numai 300-400, câte unul pe lună, începând cu pubertatea și terminând cu menopauza, vor ajunge la maturație. Procesul de creștere și maturație foliculară este ciclic. Ciclul ovarian este însoțit de modificări la nivelul uterului, vaginului, glandelor mamare. Durata medie a unui ciclu genital la femeie este de 28 de zile și de aceea el se mai numește ciclul menstrual. Schematic, distingem în cadrul ciclului ovarian două perioade: 1. preovulatorie, care durează din ziua 1 până în ziua a

14-a a ciclului; 2. postovulatorie, ce se întinde din ziua a 15-a până în prima zi a menstruației, după care ciclul se reia. În perioada preovulatorie au loc diviziuni ecuaționale și reducționale la nivelul ovocitului. Acesta străbate mai multe etape, de la ovogonie, diploidă, la ovulul matur, haploid. Pe măsură ce ovulul se maturează, apare o cavitate la nivelul foliculului ovarian, care se umple cu lichid folicular. În ziua a 14-a, foliculul se rupe, și ovulul este expulzat în cavitatea abdominală (ovulația), de unde este preluat de trompa uterină. După ovulație, foliculul ovarian se transformă în corp galben. Creșterea și maturarea foliculului sunt stimulate de FSH. Ovulația și formarea corpului galben sunt stimulate de LH. Hipofiza anterioară secretă cantități mult crescute de LH pentru o perioadă de 1–2 zile, începând cu 24–48 de ore înainte de ovulație, fenomen însoțit și de un vârf preovulator mic al FSH. Cauza acestei creșteri bruște a secreției de gonadotropine este insuficient cunoscută, dar câteva dintre cauzele posibile sunt: *1.* în acest moment al ciclului, estrogenul are efect de feedback pozitiv, stimulând secreția pituitară a gonadotropinelor, fenomen aflat în contradicție cu efectul său normal de feedback negativ care intervine în restul ciclului lunar feminin; *2.* anumite celule foliculare încep să secrete progesteron în cantități mici, dar în creștere, cu aproximativ o zi înaintea vârfului preovulator al LH, și s-a presupus că acesta poate fi factorul care stimulează secreția excesivă de LH. Indiferent de cauză, fără acest vârf preovulator de LH, ovulația nu poate avea loc.

Secreția internă a ovarului. Pereții foliculului ovarian prezintă două teci celulare, una internă și alta externă. În perioada preovulatorie, celulele tecii interne secretă hormonii sexuali feminini — estrogeni și progesteron. Secreția acestor hormoni este stimulată de FSH și LH.

Acțiunea estrogenilor este de a stimula dezvoltarea organelor genitale feminine, a mucoasei uterine, a glandelor mamare, apariția și dezvoltarea caracterelor sexuale secundare la femeie (efectul asupra scheletului — favorizează activitatea osteoblastică și unirea diafizelor cu epifizele oaselor lungi, creșterea încetând mai repede ca la bărbat, ca și dispunerea caracteristică a țesutului adipos subcutanat), precum și comportamentul sexual feminin. În faza a 2-a a ciclului, rolul de secreție internă îl îndeplinește corpul galben. Acesta secretă atât hormoni estrogeni, cât și progesteron, un hormon care favorizează păstrarea sarcinii. Secreția corpului galben este stimulată de LH și prolactină. Corpul galben nefecundat involuează după 10 zile și se transformă în corp alb. Dacă ovulul a fost fecundat, activitatea corpului galben se prelungește cu încă trei luni.

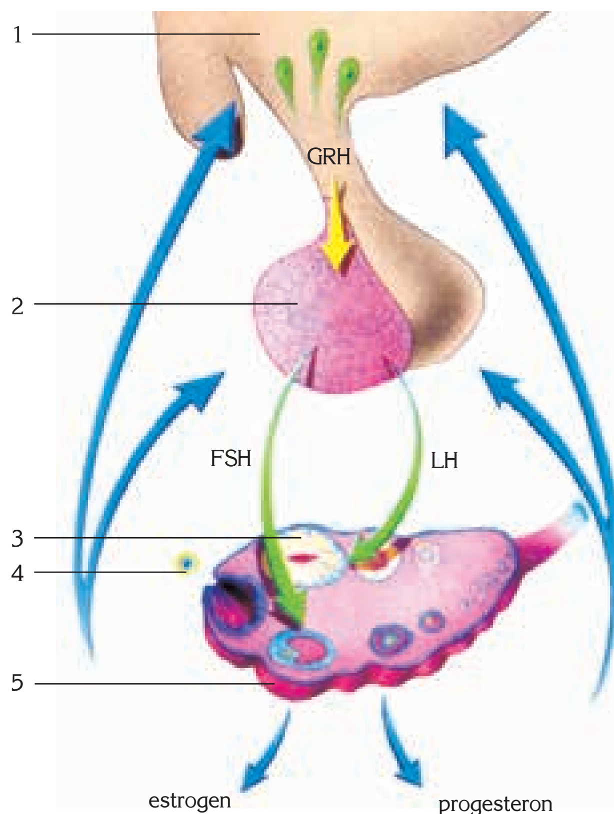


Fig. 107. Reglarea secreției ovariene: 1. hipotalamus; 2. adenohipofiză; 3. corp galben; 4. ovocit; 5. ovar.

Progesteronul determină modificări histologice și secretorii la nivelul mucoasei uterine, pe care o pregătește în vederea fixării oului (nidare). Dacă fecundația nu a avut loc, ovulul se elimină în ziua a 19-a, a 20-a a ciclului; secreția corpului galben scade brusc în ziua a 26-a. La nivelul mucoasei uterine se produc modificări vasculare, urmate de necroză și hemoragie, care determină pierderea de sânge menstrual. În timpul sarcinii, corticosuprarenala și placenta secretă, de asemenea, estrogeni și progesteron.

Reglarea secreției ovariene se face la fel ca a altor glande periferice prin feedback negativ hipotalamo-hipofizo-ovarian (fig. 107).

Menopauza. La vârsta de 40–50 de ani, ciclurile sexuale ale femeii devin neregulate și la multe dintre ele ovulația nu se mai produce. După câteva luni sau câțiva ani ciclurile se întrerup complet. Această încetare a ciclurilor se numește menopauză. Cauza ei o reprezintă „epuizarea“ ovarelor.

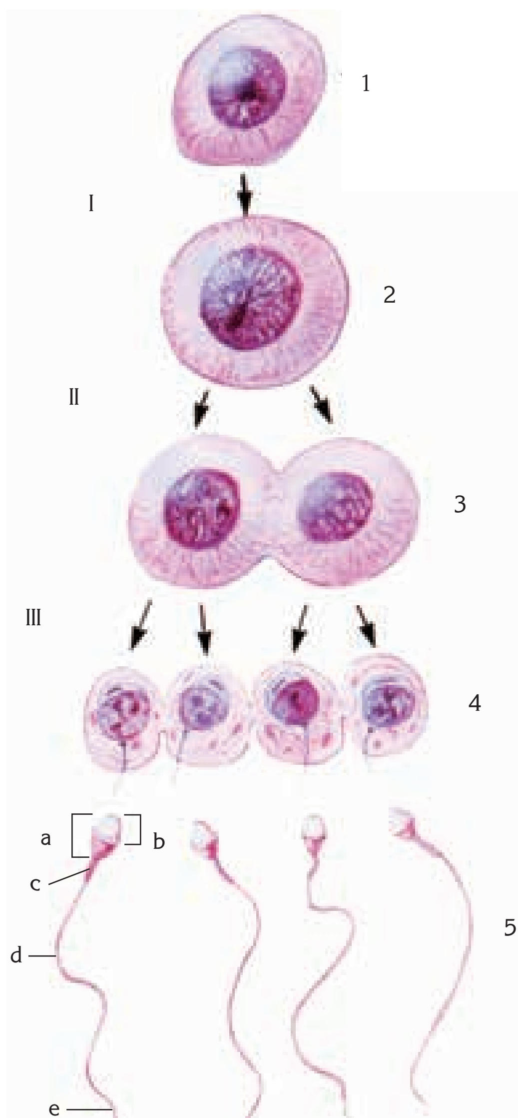
Fertilitatea feminină — perioada fertilă a fiecărui ciclu sexual. Ovulul rămâne viabil și capabil de a fi fecundat nu mai mult de 24 de ore după ce a fost expulzat din ovar. Pe de altă parte, câțiva spermatozoizi pot rămâne viabili în tractul genital feminin până la 72 de ore, deși cei mai mulți dintre ei nu rezistă mai mult

de 24 de ore. Prin urmare, pentru ca fecundația să aibă loc, contactul sexual trebuie să se producă în intervalul de o zi înainte de ovulație până la o zi după aceasta.

Integrarea la nivelul sistemului nervos a actului sexual feminin. Impulsurile senzoriale sexuale sunt transmise către segmentele sacrate ale măduvei spinării. Odată ce aceste impulsuri ajung în măduva spinării, ele sunt transmise către encefal; unele reflexe integrate la nivel medular sacrat și lombar determină parțial reacțiile sexuale feminine.

Testiculul

Îndeplinește în organism două funcții.



*** Fig. 108. Spermatogeneza:** I. diviziune mitotică; II. diviziune meiotică; III. a doua diviziune mitotică; 1. spermatogonie (diploidă); 2. spermatocit primar (de ordinul I, diploid); 3. spermatocit secundar (de ordinul II, haploid); 4. spermatide (haploide); 5. spermatozoid: a. cap; b. acrozom; c. piesă intermediară (gât); d. flagel; e. piesă terminală.

Funcția spermatogenetică este funcția sa exocrină, care are loc la nivelul tubului seminifer, începând cu pubertatea. Procesul se desfășoară în mai multe etape de diviziune ecuațională și apoi reducțională, pornind de la celulele primordiale — spermatogonii — diploide, ajungând la celulele mature, gameții masculini — spermiile —, haploide (fig. 108).

Spermiile (spermatozoizii) se înmagazinează în epididim, unde își dezvoltă capacitatea de mișcare și trec în ductul deferent. Își mențin fertilitatea aproximativ o lună și sunt eliminate prin ejaculare. Ejaculatul mai conține secreția veziculelor seminale, cu rol nutritiv în ceea ce privește spermatozoizii, și secreție prostatică, având rolul de a crește fertilitatea și mobilitatea spermatozoizilor. Sperma ejaculată în cursul actului sexual masculin este alcătuită din lichidele provenite din canalele epididimar și deferent, veziculele seminale, glanda prostatică și glandele mucoase, mai ales cele bulbo-uretrale.

Spermatogeneza este stimulată de FSH.

Efectul numărului de spermatozoizi asupra fertilității. Cantitatea obișnuită de spermă ejaculată la fiecare act sexual este în medie de aproximativ 3,5 mL și în fiecare mililitru de spermă se află în medie 120 de milioane de spermatozoizi. Când numărul de spermatozoizi într-un mililitru de spermă scade sub 20 de milioane, există posibilitatea ca persoana să fie infertilă.

Secreția internă. Celulele interstițiale testiculare Leydig secretă hormonii androgeni, al căror reprezentant principal este testosteronul. Testiculul secretă un procent redus de estrogeni.

Testosteronul este un hormon lipidic, cu structură sterolică. Acțiunea sa constă în stimularea creșterii organelor genitale masculine și apariția caracterelor sexuale secundare la bărbat: dezvoltarea scheletului și a mușchilor, modul de dispunere a părului, vocea, repartiția topografică a grăsimii de rezervă. Testosteronul este un puternic anabolizant proteic. El are și efecte de menținere a tonusului epiteliului spermatogenic.

Reglarea secreției de testosteron se face printr-un mecanism de feedback negativ, sub influența LH hipofizar (fig. 109).

Hipersecreția acestui hormon duce la pubertate precoce, iar hiposecreția, la infantilism genital.

Integrarea la nivelul măduvei spinării a actului sexual masculin. Deși factorii psihici joacă, de obicei, un rol important în actul sexual masculin și, de fapt, îl pot iniția, activitatea encefalului probabil nu este absolut necesară pentru desfășurarea sa. Prin urmare, actul sexual masculin rezultă din mecanisme reflexe intrinseci, integrate în măduva sacrată și lombară, iar aceste mecanisme pot fi activate prin

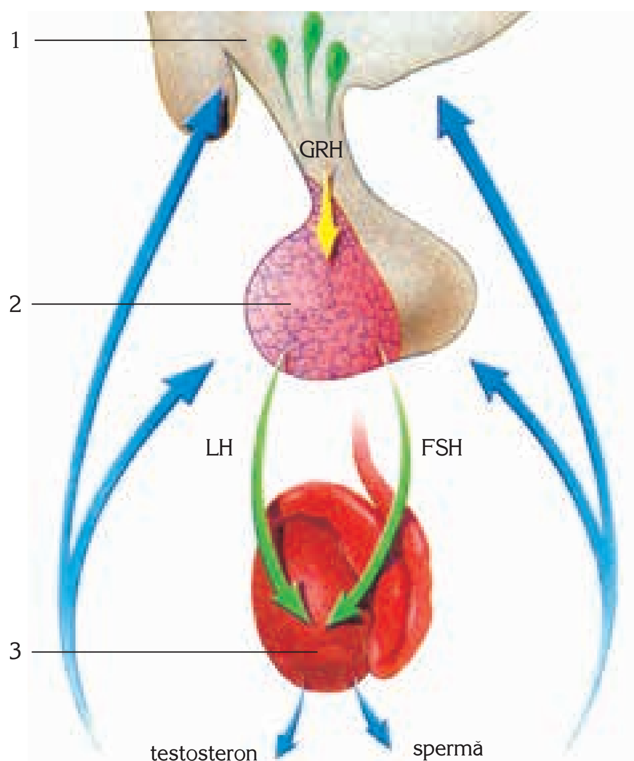


Fig. 109. Reglarea secreției de testosteron: 1. hipotalamus; 2. adenohipofiză; 3. testicul.

stimulare sexuală fie psihică, fie directă, fie prin ambele.

Sănătatea reproducerii

Planning familial

Unul sau ambii membri ai unui cuplu pot folosi metode pentru a preîntâmpina temporar sau permanent o sarcină. Avortul poate fi utilizat atunci când metodele de contracepție dau greș. Decizia unui cuplu de a nu dori o sarcină poate fi influențată și de un sfat genetic sau un consult prenatal.

Concepție și contracepție

Contracepția

Există mai multe metode contraceptive, cele mai populare fiind contraceptivele orale, prezervativele, retragerea înaintea ejaculării, abstinența periodică, spermicidele, diafragma, injecțiile cu progesteron, implanturi subdermice cu progesteron, steriletul. Fiecare metodă are avantajele și dezavantajele ei și nu poate garanta contracepția 100%.

Metodele temporare de contracepție se clasifică astfel:

- contraceptive de barieră : diafragmă, spermicide, prezervative;
- contraceptivele orale (estro-progestative);
- injecțiile cu progesteron sau implanturile subdermice hormonale;
- steriletul.

Metodele definitive de contracepție (sterilizarea) sunt:

- vasectomia (bărbați);
- ligatura trompelor uterine (femei);
- histerectomia (utilizată în cazuri medicale selecționate).

Avortul, modalitatea de a renunța la o sarcină nedorită, din motive medicale sau altele, se poate induce chirurgical sau medicamentos.

Evaluare genetică prenatală

Identifică acele persoane care prezintă un risc crescut de a prezenta anomalii genetice sau de a avea copii cu anomalii genetice. Sfatul genetic cuprinde o analiză riguroasă a ultimelor trei generații (rude de gradul I și II) precum și o serie de teste.

Pentru o corectă evaluare prenatală există o serie de teste care se fac obligatoriu în anumite condiții (ex. vârsta mamei peste 35 ani).

Concepția

Concepția (fertilizarea) apare cu aproximativ 14 zile înaintea perioadei menstruale, imediat după ovulație. În perioada ovulației, mucusul cervical este mai puțin vâscos, permițând astfel pasajul spermatozoizilor din vagin în uter, fecundația propriu-zisă având loc în trompa uterină în apropierea capătului ei dinspre ovar; rezultă zigotul care face călătoria spre locul de implantare (uter) și în același timp se divide, căpătând aspectul de embrion.

Sarcina și nașterea

Noțiunea de reproducere, în general, definește procesul de perpetuare a organismelor vii, prin producerea de indivizi noi, care au trăsăturile caracteristice speciei din care fac parte.

La om, funcția de reproducere cuprinde o serie de procese care au drept rezultat fecundarea ovulului de către spermatozoid și formarea produsului de concepție, ale cărui creștere și dezvoltare sunt asigurate de către organismul matern printr-o serie de modificări biologice ce definesc gestația sau sarcina.

Fecundația este internă, având loc la nivelul trompelor uterine, unde spermatozoizii ajung ca urmare a introducerii lor în vagin în timpul actului sexual. Acesta se încadrează în complexul de manifestări ce definește comportamentul sexual și care la om este particularizat printr-o bogată încărcătură afectiv-emoțională.

Pentru fecundarea ovulului, este necesar un singur spermatozoid. Odată acesta pătruns în ovul, capul său își mărește rapid volumul, pentru a forma pronucleul masculin. Mai târziu, cei 23 de cromozomi ai pronucleului masculin și cei 23 de cromozomi ai pronucleului feminin se vor alinia pentru a realcătui un set complet de 46 de cromozomi (23 de perechi) în ovulul fecundat.

Sexul copilului este determinat de tipul de spermie (spermatozoid) care fecundează ovulul. Atât spermia, cât și ovulul au câte 23 de cromozomi, din care 22 de autozomi și un heterozom (cromozomul sexului) care, la spermie, poate fi X sau Y, iar la ovul numai X. După fecundare, oul (zigotul) va avea 44 de autozomi și doi heterozomi, care, dacă ambii sunt X, copilul va fi fată, iar, dacă unul va fi X și celălalt Y, copilul va fi băiat.

Nașterea constă în expulzia produsului de concepție ajuns la termen, adică după aproximativ 280 de zile de gestație. Este consecința contracțiilor uterine, la care se adaugă și participarea în diverse grade a musculaturii peretelui abdominal, a diafragmei etc., printr-o serie de evenimente corelate și coordonate umoral și nervos.

Lactația. Sânii încep să se dezvolte la pubertate; estrogenii ciclurilor sexuale lunare stimulează creșterea stromei și a sistemului de ducte, precum și depunerea de grăsime pentru a da volum sânilor. În timpul sarcinii, se petrece o creștere adițională importantă, și țesutul glandular devine numai atunci complet dezvoltat pentru producerea propriu-zisă de lapte. Deși estrogenii și progesteronul sunt esențiali pentru dezvoltarea anatomică a sânilor în timpul sarcinii, ei au și un efect specific de a inhiba secreția de lapte. Hormonul care favorizează excreția laptelui este prolactina.

Laptele este secretat în alveolele sânilor, dar el nu curge continuu prin mameloane, ci trebuie ejectat în ducte pentru a face posibilă alăptarea. Acest proces se datorează unei combinații de reflexe neurogene și hormonale care implică oxitocina.

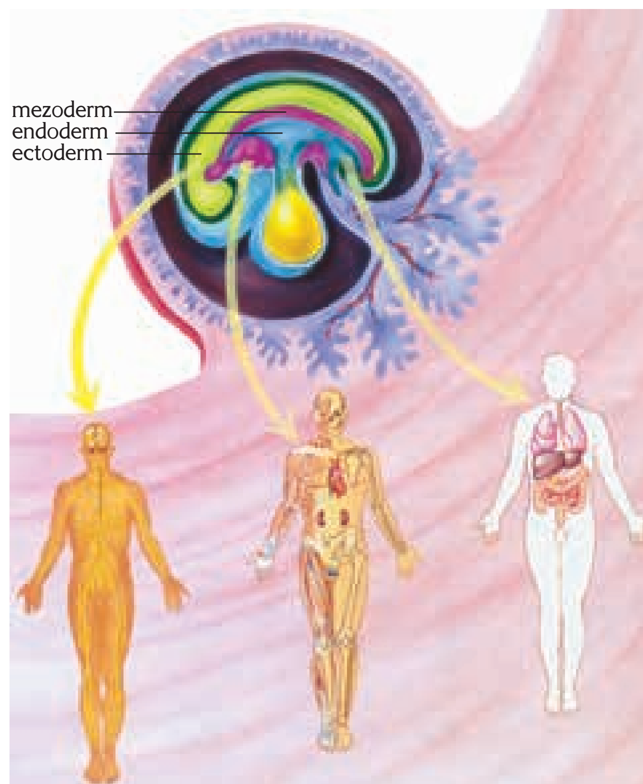


Fig. 110. Originea embrionară a aparatelor, sistemelor și organelor.

D. Organismul – un tot unitar

Homeostazia mediului intern

Mecanismele de reglare (fig. 111) care determină menținerea unor constante dinamice ale mediului intern și funcțiile vitale pot fi denumite prin termenul de homeostazie; ea este realizată de către efectori pe baza informațiilor primite de la receptorii mediului intern (chemoreceptori, baroreceptori, termoreceptori).

În acest fel sunt menținute, indiferent de variațiile din afara organismului, între anumite limite, considerate normale, unele valori ale componentelor mediului intern și unele caracteristici ale acestuia, precum *p*H-ul, temperatura ș.a.

Reglarea se face prin bucle de feedback, nervos sau umoral, ca urmare a interacțiunii receptor-efector (fig. 112).

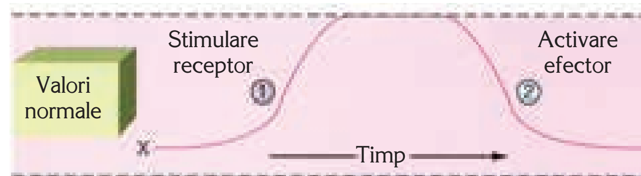


Fig. 111. Schema unui mecanism de reglare.

De asemenea, reglarea se realizează și prin efectorii antagonici — insulină/glucagon, pentru glicemie, vasoconstricție/vasodilatație pentru controlul temperaturii corpului — rolul integrator revenind sistemului nervos, sistemului endocrin și mediului intern (sânge, limfă lichid interstițial, lichid cefalorahidian ș.a.).

Astfel, sistemul nervos și cel endocrin, prin intermediul mediatorilor chimici și hormonilor, realizează homeostazia, în modul și cu efectele studiate la capitolele respective, realizând integrarea dinamică a organismului la condițiile în permanentă schimbare ale mediului extern.

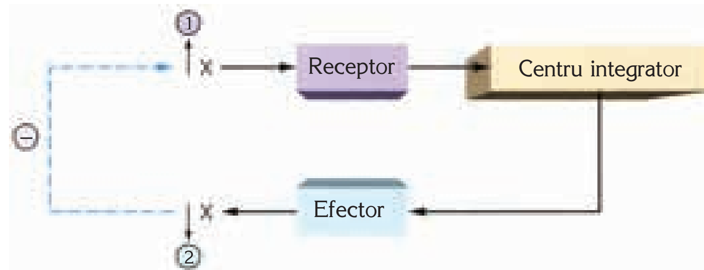


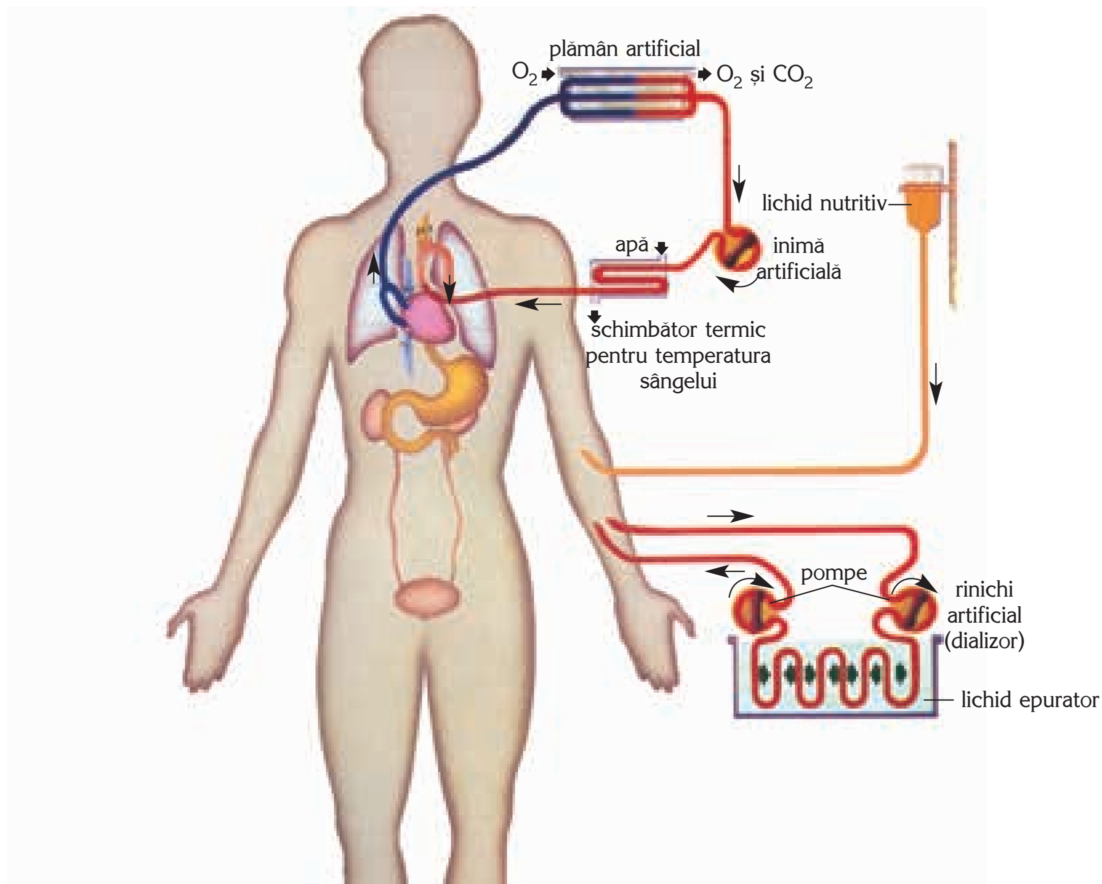
Fig. 112. Reglarea unor constante fiziologice prin buclă de feedback.

↑ x reprezintă creșterea peste nivelul normal al unui factor al mediului intern

↓ x semnifică revenirea la nivelul normal

Menținerea între anumite limite a parametrilor mediului intern este asigurată prin reglarea neuro-umorală a funcțiilor organismului.

În anumite împrejurări, datorită unor disfuncții temporare sau permanente ale unor componente aparținând sistemelor circulator, respirator, digestiv ori excretor, homeostazia se poate realiza și prin mijloace extracorporale, precum aparatura inimă-plămân artificial, perfuzarea sau dializa, prezentate schematic mai jos.



Valorile medii ale unor parametri ai mediului intern (Principalele constante fiziologice)

Volumul-bătaie al fiecărui ventricul	Frecvența cardiacă	Debitul cardiac de repaus	Volemia	Presiune arterială maximă sau sistolică	Presiune arterială minimă sau diastolică
70 ml	70-75 bătăi/min.	5 l/min.	8% din greutatea corporală	120 mm Hg	80 mm Hg

Număr de hematii
femei $4\,500\,000/mm^3$ bărbați $5\,000\,000/mm^3$

Hemoglobina
femei 12-15,6 g/dl bărbați 13,8-17,2 g/dl

Hematocrit
femei 35-46 % bărbați 41-50 %

Număr de leucocite $5\,000$-$10\,000/mm^3$

Formula leucocitară

Granulocite

1. Neutrofile 52-62 % din leucocite
2. Eozinofile 1-3 % din leucocite
3. Bazofile < 1 % din leucocite

Agranulocite

1. Monocite 3-9 % din leucocite
2. Limfocite 25-33 % din leucocite

Număr de plachete $150\,000$-$300\,000/mm^3$

Presiunea osmotică a plasmei 300 mOsm/l

pH sangvin 7,38-7,42

Glicemia: 65-110 mg/dl

Acizi grași liberi: 0,19-0,9 mEq/l

Colesterol total: < 200 mg/dl

Na^+ plasmatic — natriemie 135-146 mmol/l

K^+ plasmatic — potasemie 3,5-5,3 mmol/l

Ca^{2+} plasmatic — calcemie 8,5-10,3 mg/dl

Proteine totale în plasmă 6-8,5 g/dl

Proteinograma — albumine 3,5-5 g/dl
— globuline 2,5-3,5 g/dl

Recomandări bibliografice

C.Th. Niculescu, R. Cârmaciu, B. Voiculescu, C. Sălăvăstru, C. Niță, C. Ciornei — *Anatomia și fiziologia omului* (compendiu), Editura Corint, București, 2005

D. Theodorescu — *Atlas de anatomia omului*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974

N. Șanta, C. Bogoescu, M. Stoica S. Boldor, B. Andreescu, L. Popovici — *Demonstrații și lucrări practice de zoologie, anatomie și fiziologie*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980

M. Stoica, I. Mihăilescu — *Lucrări practice de anatomie și fiziologie umană*, Editura Didactică și pedagogică, București, 1981

I.C. Petricu, I.C. Voiculescu — *Anatomia și fiziologia omului*, Editura Medicală, București, 1967

K.M. Van De Graaf, S.I. Fox — *Concepts of Human Anatomy and Physiology*, Wm. C. Brown Publishers, WCB Communications Inc., Dubuque. IA, USA, 1995

M.G. Ifrim, coordonator — *Atlas de anatomie umană*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1983

* * * — *Dicționar de biologie*, OXFORD, Editura Univers Enciclopedic, București, 1996

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Biologie

Manual pentru clasa a XI-a

Dan Cristescu

Carmen Sălăvăstru

Bogdan Voiculescu

Cezar Th. Niculescu

Radu Cârmaciu

CORINT EDUCAȚIONAL

Manualul a fost aprobat prin Ordinul ministrului educației și cercetării nr. 4742 din 21.07.2006, în urma evaluării calitative organizate de către Consiliul Național pentru Evaluarea și Difuzarea Manualelor și este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată prin Ordin al ministrului educației și cercetării nr. 3252 din 13.02.2006.

Date despre autori:
prof. gr. I **DAN CRISTESCU**, Colegiul Național „Spiru Haret", București, expert ONU în domeniile educației și formării profesionale
dr. **CARMEN SĂLĂVĂSTRU**, asist. univ. Catedra de fiziologie „N.C. Paulescu", Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila", București
dr. **BOGDAN VOICULESCU**, conferențiar univ., Catedra de anatomie și embriologie, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila", București
prof. univ. dr. **CEZAR TH. NICULESCU**, fost șef al Catedrei de anatomie și embriologie, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila", București
prof. univ. dr. **RADU CÂRMACIU**, fost membru al Academiei de Științe Medicale, fost șef al Catedrei de fiziologie „N.C. Paulescu", Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila", București

Referenți:
prof. gr. I, **Claudia Manuela Neguț**, Colegiul Național „Mihai Viteazul", București
prof. univ. dr. **Elena Nicolescu**, Catedra de fiziologie „N. Paulescu", Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila", București

Redactor: **Rodica Lungu**
Tehnoredactare computerizată: **Liubovi Grecea**
Coperta: **Valeria Moldovan**

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Manual de biologie: clasa a XI-a / Dan Cristescu, Carmen Salavastru, Bogdan Voiculescu, ... - București: Corint Educațional, 2014
ISBN 978-606-8609-08-9

I. Cristescu, Dan
II. Salavastru, Carmen
III. Voiculescu, Bogdan

57(075.35)

GRUP EDITORIAL CORINT
Redacția și administrația:
Str. Mihai Eminescu nr. 54 A, sector 1, București
Tel./Fax: 021.319.47.97; 021.319.48.20

Pentru comenzi și informații, contactați:
Editura CORINT EDUCAȚIONAL – Departamentul de Vânzări
Calea Plevnei nr. 145, sector 6, București, cod poștal 060012
Tel.: 021.319.88.22 ,021.319.88.33, 0748.808.083, 0758.225.443
Fax: 021.319.88.66, 021.310.15.30
E-mail: vanzari@edituracorint.ro
www.grupulcorint.ro

ISBN: 978-606-8609-08-9

Tiparul executat la: Fed Print S.A.

Dan Cristescu
Carmen Sălăvăstru
Bogdan Voiculescu
Cezar Th. Niculescu
Radu Cârmaciu

Biologie

Manual pentru clasa a XI-a



Pentru toate filierele

Se aplică şi la clasa a XII-a – filiera tehnologică, ruta progresivă de calificare prin şcoala de arte şi meserii + anul de completare

ISBN 978-606-8609-08-9



CORINT EDUCAŢIONAL

Librarie.net